



Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

PROJECTE FI DE CARRERA

TÍTOL: CONCEPTUALITZACIÓ D'EQUIP I PROCÉS DE VALIDACIÓ
D'ASSAIGS EN VEHICLES I ANÀLISI DE DADES.

AUTOR: MIKEL ECHEVERRIA SÁNCHEZ

TITULACIÓ: Grau en Enginyeria Mecànica

DIRECTOR: Josep A. Picas Barrachina

DEPARTAMENT: Ciència de Materials i Enginyeria Metal·lúrgica

DATA: MAIG DE 2018

QUALIFICACIÓ DEL PFC

TRIBUNAL

PRESIDENT

SECRETARI

VOCAL

Santiago Mestres

Sergi Menargues

Balduí Blanqué

DATA DE LECTURA:

Aquest Projecte té en compte aspectes mediambientals: ☒ Sí ☐ No :

R: Sempre que es millori un procés en el que la font d'energia sigui d'origen fòssil, es contribueix a la reducció d'emissions de CO2. Amb aquest procés inicialment s'estalvia un promig de 12,5 h de feina anual.

RESUM

L'objectiu d'aquest projecte està centrat en el disseny d'un equip de mesura per a la realització d'assajos focalitzats en el desenvolupament i validació del sistema de frenada d'un vehicle, sempre en referència i d'acord amb la normativa europea.

L'equip haurà de disposar de les característiques necessàries tant de dimensions, pes, i capacitat d'adquisició, amb tants sensors com es requereixi a l'hora de dur a terme qualsevol prova.

També es tindran en compte les prestacions en quant a nombre de canals i les condicions del tractament de senyals d'adquisició (freqüències, tipus de senyals, entrades i sortides i tipus de perifèrics).

En un segon terme, es farà una breu descripció dels sensors que es necessitaran, així com també els perifèrics necessaris i la seva disposició.

En darrer punt, es desenvoluparà un petit programa amb MS Excel , de manera que es pugui tancar el cercle que lliga a la par; tant el fet de com obtenir i quantificar fenòmens físics i enregistrar-los, com la obtenció de conclusions a partir de les dades adquirides i la seva interpretació.

Paraules clau (màxim 10):

Extensiometria	Factor de calibració	Tractament de senyals	Normativa R13h
Potència de frenada			

ÍNDEX

0.-Introducció.....	8
1.Objectius	10
1.1 Motivació del Treball de final de Grau	11
2.Elecció de l'equip.	11
2.1-Per a què es necessitarà. Aspectes tècnics a tenir en compte	11
2.2- Valoracions i requeriments tècnics que es busquen en un equip d'adquisició en vehicles	12
2.3 Instrumentació i sensorització necessària	13
2.3.1-Recerca i consulta de l'oferta actual en el mercat	17
2.4-Conclusió	20
3.Muntatge i configuració.....	20
3.1-Seguretat i prevenció	21
3.2- Muntatge dels sensors en el vehicle i configuració en el programa	24
3.2.1 Configuració dels sensors segons el guany de cadascú:	29
4.-Fonaments i principis físics en la dinàmica de vehicles	33
4.1. Disciplines de Càlcul	35
4.1.1 Càlcul de forces i moments.....	36
4.1.3 Procés de disseny i dimensionament del sistema de frenada	47
5.-Normativa i tipologia de proves	54
5.1-Validacions segons normativa	54
5.1.1Type 0 :.....	55
5.1.2 -Type 1 :	57
5.1.3 Sistema "BAS". Brake Assist System.....	59
5.2. Assajos de validació segons Constructor	60
5.3 Assajos orientats a posicionament de mercat.....	62
6. De la gràfica al resultat	63
6.1- Eina d'automatització de càlculs	63
6.2 Construcció del programa	65
6.3Potencial de les eines d'automatització de tasques i de càlculs	77
6.4Futures millores	77
7.Conclusions	78
8.Pressupost	79
10.Bibliografia	80

11. Annexes.....	81
12. Agraïments.....	81

0.-INTRODUCCIÓ

L'any 2016 la indústria de l'automoció en l'entorn privat i comercial va vendre arreu del món prop de 92 Milions de vehicles nous (Figures 1 i 2). Això suposa aproximadament uns 3.170 Trilions de Dòlars o uns 2.6 Bilions d'Euros!

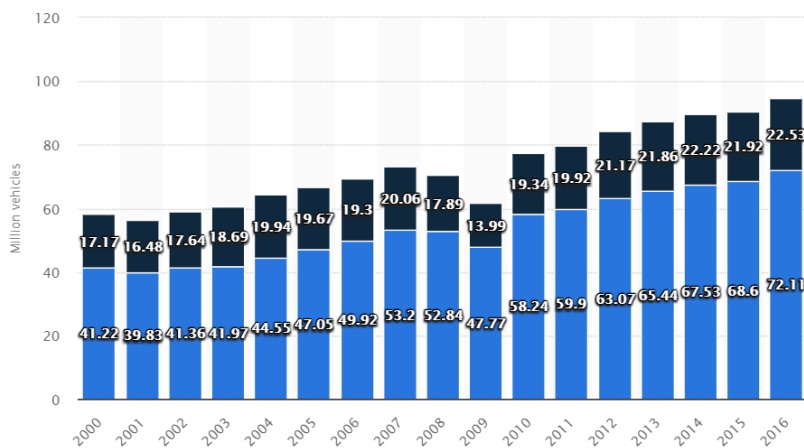


Figura 1: gràfic de vendes mundials

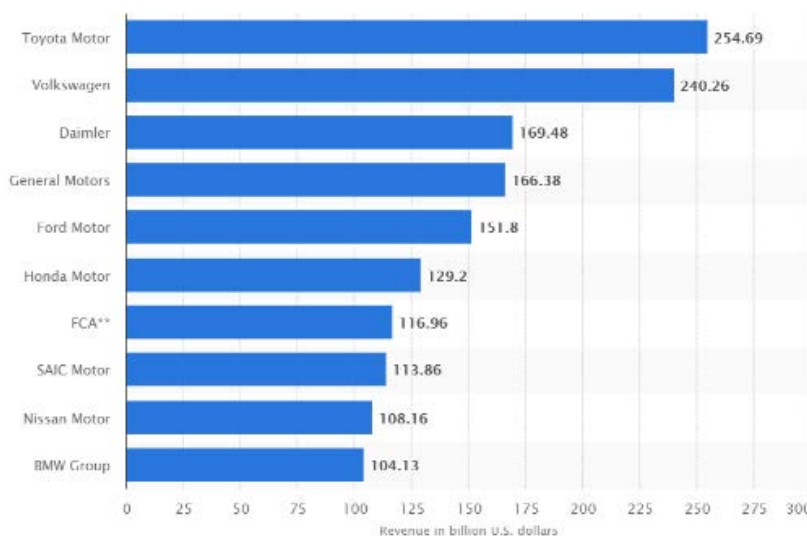


Figura 2: gràfic de vendes per fabricant

Donada la importància que té el mercat, i en conseqüència la competència entre fabricants, és necessària la optimització de totes les vessants que tinguin que veure amb el producte: Des de la productiva, tant en la qualitativa com en la quantitativa; la logística, la mediambiental, la socio-econòmica, la geo-política, etc..

És per això que, en cas que ens ocupa, un camp que ha anat prenent protagonisme en les darreres dècades, és de la investigació i desenvolupament, sigui en l'àmbit que sigui.

El control de la qualitat i els paràmetres del producte que s'ofereix, permet entre d'altres obtenir un producte millor, i alhora reduir costos allà on no són necessaris. En aquesta cursa per oferir un producte adequat al perfil de consumidor, i aquest es senti identificat amb la marca i el fabricant; cada dia l'esforç del conjunt de les empreses de cada sector, es veu també orientat a millorar la tecnologia, tant per al procés i qualitat del producte com la que el mateix producte representa en si mateix.

En el present document es pretén analitzar els diferents factors i punts a tenir en compte a l'hora d'escollir un equip de mesura per al desenvolupament de proves en vehicles, tant dinàmiques com estàtiques, de validació o de desenvolupament, i sempre referides al sistema de frens.

També es presentarà en aplicació dels coneixements adquirits, l'anàlisi dels valors obtinguts i els fonaments mecànics que els justifiquen des de el punt de vista analític.

Degut a que el sistema de frens, tot i la seva aparent simplicitat, avarca suficients temes per a poder omplir varis llibres, l'objecte del present document, passarà per donar una petita idea al lector, de part de la feina que es du a terme en l'estudi i desenvolupament per part de les marques de fabricants, i que tret de petites subtileeses es fa extensiu a qualsevol camp relatiu a un producte i més exhaustiu, en tant més estreta sigui la relació amb l'usuari final.

1.OBJECTIUS

L'objectiu principal d'aquest projecte és el disseny d'un equip de mesura per a la realització d'assaigs focalitzats en el desenvolupament i validació del sistema de frenada d'un vehicle, sempre en referència i d'acord amb la normativa europea.

Es definiran els diferents components d'un sistema de frens d'un vehicle comercial, que han de permetre aturar un vehicle el més aviat possible, i sense provocar la pèrdua de control d'aquest, sota diferents situacions de càrrega i a temperatura.

Els requeriments mínims que ha de complir un sistema de frens, i que determinarà si aquest és o no apte per l'ús o implantació en un model de producció sèrie, venen definits per la [norma Europea R13h](#)¹.

Entre els objectius específics es poden ressaltar els següents:

- Establir un criteri d'elecció d'un equip de mesura per assajos.
- Aprofundir en el funcionament dels diferents sensors que s'utilitzaran, el seu muntatge i la configuració en l'equip d'adquisició.
- Revisar la normativa Europea que regula els requisits necessaris per poder homologar el sistema de frens en un vehicle, i com es classifiquen.
- Entendre el conjunt de principis físics i de càlcul descrits en base a la teoria de la Mecànica Clàssica, que interactuen i serveixen per l'estudi de les diferents propietats i comportaments dels elements que intervenen en un sistema de frens.
- En base a la normativa, comprendre els fonaments de càlcul en un sistema de frens i les línies de disseny a seguir.
- Realitzar l'anàlisi d'un assaig de frenada i dels punts que es sotmetran a estudi.
- Sobre el mateix assaig, elaborar una eina d'automatització, que permeti reduir el temps i cost, del procés d'anàlisi de les dades. Alhora, quantificar l'estalvi en temps que permetrà la eina.

1.1 MOTIVACIÓ DEL TREBALL DE FINAL DE GRAU

Actualment l'autor del TFG treballa per a Nissan en el departament de frens. Donada la necessitat d'incorporar un equip que els permeti la mesura dels diferents paràmetres que puguin interessar, durant el desenvolupament del sistema de frens. El present treball provarà d'establir el procediment i el criteri en la recerca, selecció, muntatge i ús de l'equip que finalment s'utilitzarà en el dia a dia. I després d'això els possibles usos de la informació que se n'obtindrà

En el lloc de treball, el gruix de feina es contracta a enginyeries externes, per a després rebre els resultats dels assajos. O si cal, durant el transcurs de les proves, realitzar les modificacions que es considerin necessàries per a obtenir les característiques del sistema esperades. Això a vegades pot comportar, canvi de proveïdor, de material i/o compostos de fricció i inclús si és necessari, el canvi del disseny originalment pensat.

Amb l'objectiu de centralitzar el volum de feina i sobretot reduir els costos, aquestes feines de desenvolupament es realitzaran en les instal·lacions del propi fabricant a Idiada. Conegudes amb l'acrònim NTCE-S (Nissan Technical Center Europe – Spain) i dins de la xarxa de Centres de Nissan arreu del món.

No disposant dels equips d'adquisició, es planteja les necessitat d'adquirir-ne un . Abans d'això s'analitzaran les necessitats a cobrir i particularitats tècniques que haurà d'acomplir, així com l'estudi de la viabilitat econòmica.

2.ELECCIÓ DE L'EQUIP.

2.1-PER A QUÈ ES NECESSITARÀ. ASPECTES TÈCNICS A TENIR EN COMPTE

L'ús al que es destinarà l'equip serà bàsicament el de l'enregistrament i el tractament de senyals proveïdes per els sensors necessaris en cada prova. Aquests enregistraments, en un anàlisi i/o tractament posterior, s'utilitzaran per a extreure'n la informació necessària per a valorar si el sistema de frens s'adequa als requeriments teòrics que es van plantejar en el disseny inicial.

En funció dels tipus de sensors i quantitat dels mateixos, serà més adient un tipus de dispositiu o un altre.

Punts a tenir en compte :

1. Volum i robustesa afí per a poder dur-lo en un vehicle i sobrevingui els moviments, vibracions i petits cops. També suportar les variacions de temperatura i humitat, que es donin dins del vehicle.
2. No interferir en els sistemes de seguretat activa ni passiva del vehicle, ni en la pròpia dels ocupants que hi vagin dins.
3. Compatibilitat amb la sistemàtica i sensorimetria dels assajos, també quantitativament i qualitativament.
4. Cost econòmic d'acord amb el pressupost disponible per part de l'empresa.
5. Amortització i polivalència de l'equip en vista al tipus de tecnologia i accessibilitat del que disposa, tenint en compte l'ús de les actuals i la tendència que té el mercat tecnològic.

2.2- VALORACIONS I REQUERIMENTS TÈCNICS QUE ES BUSQUEN EN UN EQUIP D'ADQUISICIÓ EN VEHICLES

Els principals factors tècnics a tenir en compte a part dels econòmics i els dimensionals són:

-Tipus de senyals de treball admeses:

- Extensiomètriques
- Pulsatòries
- DC $\pm 5V$. ó $\pm 10-12V$
- Temperatura (connector tipus K principalment)
- CAN (protocol de comunicació emprat en automoció)
- Sortida imatge: VGA,DVI...

- Canals i tipus de sortides: Connexió sense fils (Wifi, Bluetooth), connexió a xarxa LAN, sortida per USB, sortida VGA.

-Propietats com a enregistrator: Freqüències d'enregistrament, buffers o capacitat d'emmagatzematge volàtil, capacitat d'emmagatzematge estàtic.

-Capacitat per a dur-lo en el vehicle i que es pugui assegurar al mateix, pe mitjans que garanteixin la integritat dels ocupants en cas d'impacte o accident.

2.3 INSTRUMENTACIÓ I SENSORITZACIÓ NECESSÀRIA

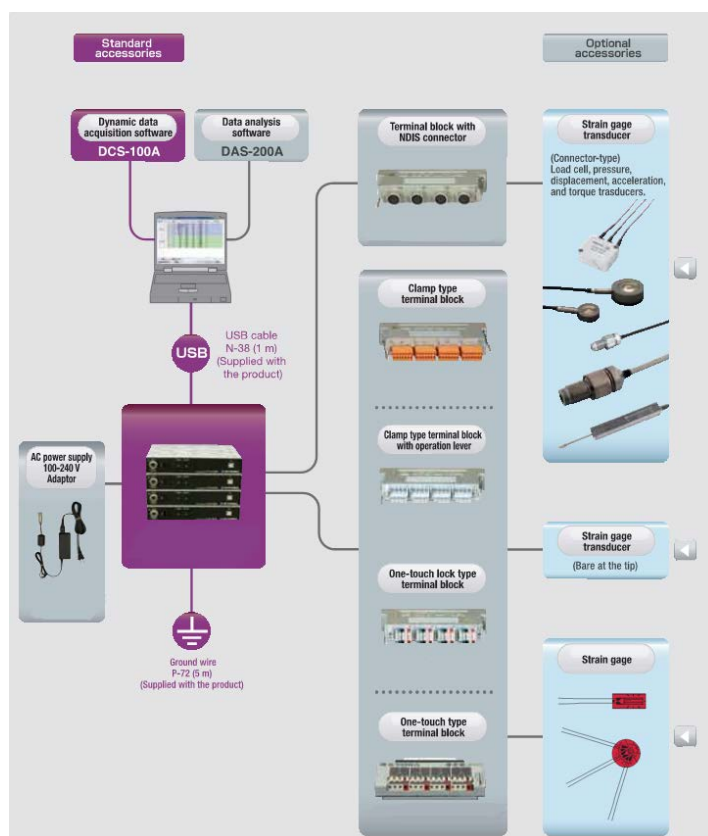


Figura 2.1

Depenent del tipus d'assaig i les característiques del mateix, seran necessaris uns sensors determinats, com es pot veure en el diagrama (Fig. 2.1). En aquest punt es detallaran algunes de les característiques generals i de funcionament dels diferents tipus.




Velocitat/distància: S'obtidran d'un dispositiu GPS especialment dissenyat per a tipus de proves en vehicles. En aquest cas de la marca "VBox" (Fig. 2.2). La quantitat de satèl·lits varia en funció del model, anant desde 7 en els primers models, fins als 14 en els més moderns.

La senyal que dona es en un determinat nombre de polsos per metre. Amb aquest factor s'obté la distància, i alhora en calcula la velocitat amb un derivador de la distància en funció del temps.



Fig. 2.2

Proveïdors de senyals GEO localització Satèl·lit

	GALILEO 	GPS 	GLONASS 
Orbital planes	3	6	3
Number of Satellites (nominal satellites)	30	24 (32)	24 (29)
Altitude	23222 Km	20160 Km	19100 Km
Orbit inclination	56 degrees	55 degrees	65 degrees
Accuracy (95%)	< 4 metros	~ 5-10 metros	~10-15 metros

Taula 2.3: tipus satèl·lits de GEO localització

Pedal Force (BKForce)/Hand lever Force: Consten d'una o més galgues extensiomètriques, majoritàriament d'una i un compensador per als canvis de temperatura, en configuració de mig pont. En funció de la deformació patida per les galgues aquestes donen un valor de micro- tensió (mV), sabent el factor de proporcionalitat $\mu V/N/V$ es pot traduir el voltatge a Esforç (Figures 2.4 i 2.5).

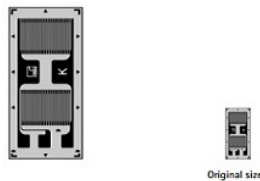


Figura 2.4: detall galga extensiomètrica

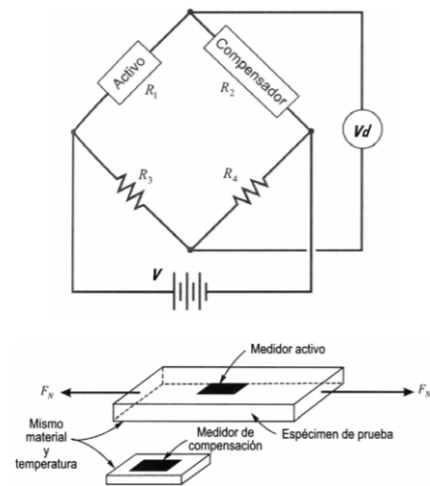


Figura 2.5: configuració pont de wheatstone

Es podrà muntar en el pedal de fre o el de la palanca de fre de mà en diferents adaptacions d'acord als requisits ergonòmics (Figura 2.6).

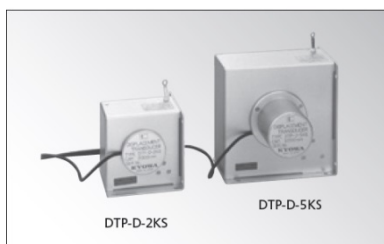


Figura 2.6: cèl·lula de càrrega de pedal

Recorregut de pedal: Es tracta d'un potenciòmetre que varia la resistència interna en funció de la posició que es troba. En variar la resistència interna, i tenint una font d'alimentació estable, la sortida del sensor es veurà modificada dependent d'aquesta resistència (Figures 2.7 i 2.8).

N'hi ha de logarítmics, o d'absoluts. Aquests últims són els més emprats, degut a la seva precisió.

S'utilitzarà principalment en la mesura del desplaçament del pedal de fre, o el de la palanca del fre d'estacionament.



Large Displacement Measurement and High-level Output in Each Capacity

Figura 2.7: sensor de la marca Kyowa

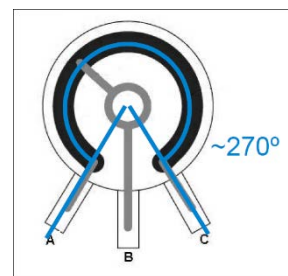


Figura 2.8: Pin out Potenciòmetre

Acceleròmetre (Decel.): També basen el seu funcionament en galgues. La galga i gràcies a una massa inercial, que accentua la deformació en la zona de la galga, permetrà mesurar les vibracions i/o variacions de velocitat que pateixi el cos de l'acceleròmetre (Figures 2.9 i 2.10).

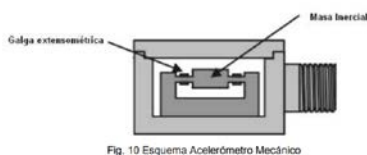


Figura 2.9: Components interns de l'acceleròmetre extensiomètric



Figura 2.10: Parts modulars d'un acceleròmetre

S'emprarà per a mesurar una de les magnituds principals en el camp del sistema de frenada, com és la desacceleració que provoca el sistema en el vehicle.

Captadors de Pressió hidràulica i de Pressió de buit: Amb un rang màxim de 20MPa els primers, i d'una atmosfera els segons. Es basen en el mateix sistema de galgues que el de la cèl·lula de càrrega. La diferència és que la paret del sensor ha de ser resistent al líquid de frens, altament corrosiu (Figura 2.11).



Figura 2.11: Captador de pressió marca Kyowa

Sensors de Temperatura: Per a rangs d'entre -200 °C i 1300°C el tipus “K”(Figura 2.12) i funcionament basat en el principi Peltier-Seebeck⁶, basat en el diferencial de tensió que es produeix en un extrem d'un conductor bi-metall (punt calent) i la placa interior del dispositiu (punt fred) donat el micro- voltatge que es produeix, es tradueix en quantitat de temperatura (Figura 2.13).

Seràn els encarregats de subministrar la informació, de la quantitat d'energia cinètica que es transforma en calor als discs o a les pastilles.

Thermocouple Cable Type	NEW EUROPEAN <small>BS1902 (Part 2) 20 1992</small>	BRITISH <small>BS1902</small>	AMERICAN <small>IEEE 90W-1</small>	GERMAN <small>VDE 0170P-4</small>	JAPANESE <small>JISC</small>
Extension Cables					
KX NiCr/NiAl					
JX Iron/Constantan					
TX Copper/Constantan					
EX NiCr/Constantan					
NX NiCrSi/NiAl					
Compensation Cables					
Compensating for type K KCB Iron/Constantan <small>(See 10)</small>					
Compensating for type E or SILICA/GA Copper/Copper <small>(See 10)</small>					

Taula 2.12: codis de colors segons els països



Figura 2.13: cablejat amb colors per a termoparell tipus k

2.3.1-RECERCA I CONSULTA DE L'OFERTA ACTUAL EN EL MERCAT

En un estudi inicial, i fent una recerca de fabricants en el camp de dispositius i equips emprats en assajos i proves de laboratori, s'ha contactat amb alguns d'ells, exposant el tipus i quantitat de sensors que s'hi muntaran, els paràmetres que es necessiten en quant a qualitat de senyal enregistrada i els perifèrics i tipus de comunicació que es desitja.

S'han escollit tres coneguts fabricants de components electrònics i d'instrumentació en general. Es presenten els pressupostos rebuts per part de les tres empreses contactades.

1. HBM (Figura 2.14):




50		1-KAB271-3 Cable de suministro de tensión para módulos QuantumX tipo IP20. (Longitud: 3 m; Un extremo con conector adecuado, el otro extremo con hilos libres).	2	44,00 EUR	88,00 EUR
60		1-CASECLIP Set incluye 2 clips de carcasa para el montaje rápido de 2 amplificadores MX. Inclusive material de montaje.	4	112,00 EUR	448,00 EUR
20	70 	1-CASEFIT Panel de fijación para el montaje de los módulos de QuantumX, aplicando grapas de interconexión (1-CASECLIP), cinchas de unión o bridas. Sujeción por medio de 4 tornillos. - 8 x puente completo piezoresistivo; - 8 x termómetro de resistencia (PT100, PT1000); - 8 x termopares (tipos K, N, R, S, T, B, E, J, C); - 8 x resistencia; - 8 x transductores potenciómetricos; - 8 x puentes medios o completos inductivos; - 8 x LVDT; - 8 x tensión (100 mV, 10 y 60 V); - 8 x corriente normalizada (± 20 mA); - 4 x contador de impulsos, encoder rotatorio (incremental con/sin índice), frecuencia, SSI; - 1 x High Speed CAN (ISO 11898, 128 señales, lectura, 7 canales de medida transmisión); Lo siguiente se aplica a cada canal: - Velocidad de datos: hasta un máx. 40 kS/s; - Filtro paso bajo ajustable (Bessel, Butterworth); - Soporte TEDS: Identificación de sensores automática; - Alimentación del sensor: 5...24 V, 0,7 W (módulo: 2 W); - Todas las entradas aisladas eléctricamente; - Enchufe hembra: DSubHD 15 pines; Generalidades: - 1 x Ethernet; - 2 x Firewire; - Tensión de alimentación: 10...30 V DC, max. 13 W; Accesorios: - Conexión de termopares: 1-THERMO-MXBOARD; - Conexión de circuitos cuarto de puente: 1-SCM-SG120/350; - Conexión de 300 V CAT II: 1-SCM-HV;	1	72,00 EUR	72,00 EUR
30		1-MX1609KB Amplificador de medida de termoelementos de 16 canales de la	1	3.395,00 EUR	3.395,00 EUR
Total=					16,137 €

Figura 2.14: Pressupost del fabricant HBM

2. Delphin (Figura 2.15)
Echeverria Sanchez, Mikel

From: info3@sumelco.com on behalf of SUMELCO technologies <info@sumelco.com>
Sent: miércoles, 13 de diciembre de 2017 16:23
To: Echeverria Sanchez, Mikel
Cc: SUMELCO technologies
Subject: Re: Equipo Adquisición de datos Delphin

Buenas Tardes Mikel,

Adjunto características del logger que puede encajar y que te puede interesar.

Expert Logger 100



Características:

- 16 Entradas Analógicas (mV, mA, termoparese) o 8 x RTDs (2 entradas por cada RTD)
- Ratio de Sampling: max. 800 mediciones/segundo
- 3 Entradas digitales con función de contador de frecuencia
- 1 Entrada digital con función "Wake Up"
- 4 Entradas/Salidas digitales (Intercambiables)
- 4 Salidas digitales (con PWM)
- Almacenamiento: 2 GB - Extensible hasta 14 GB

(El modelo 200 Dispone de 32 Entradas Analógicas).

Opcionalmente se le puede añadir un modulo WLAN (wifi) o LTE/4G al logger si fuera necesario por ejemplo acceder a el por VPN.

La interfaz WLAN puede operar como cliente o como Punto de Acceso Wifi.

<http://www.sumelco.com/productos/registro-de-datos/adquisicion-de-datos/expert-logger/datalogger-para-adquisicion-control-y-monitorizacion-de-procesos/>

Precio: 3.532 € + IVA

Figura 15: Pressupost equip Marca Delphin

Opció a primera vista molt interessant, la del fabricant Delphin, i distribuïda per [Sumelco](#)⁸; per prestacions i per preu. Es seguirà en contacte amb el proveïdor fins que la direcció prengui una decisió.

3.-Kyowa (Figura 2.16)



PRESUPUESTO N°: 8181/18

Bilbao, 9 de Enero de 2018

CONCEPTO	CANT.	PRECIO	TOTAL
Equipo de adquisición EDX-200A-4H Incluye software DCS-100 y las siguientes tarjetas:	1	7.270,00 €	7.270,00 €
CDV-40B para adquisición de galgas, transductores y voltaje. 8 canales. Incluye cable de conexión con conectores Tajimi.	1	2.820,00 €	2.820,00 €
CTA-40A para adquisición de termopares. 8 canales. Incluye cable de conexión con conectores para termopares.	1	2.835,00 €	2.835,00 €
CFV-40A para adquisición de señales TTL. 4 canales. Incluye adaptadores BNC.	1	1.600,00 €	1.600,00 €
CAN-41A para adquisición de datos CAN. 32 canales CAN (2 puertos).	1	1.660,00 €	1.660,00 €

IMPORTE TOTAL: 16.185,00 €

CONDICIONES DE SUMINISTRO

IVA: 21% no incluido.
Portes: Pagados

Mikel Darquistade

Protección, Medición y Análisis SL
C/ Alameda Recalde 27. 8º - 15
48009 Bilbao (Bizkaia)
CIF: B-95209086
Tel/Fax 94 670 60 82 e-mail: promedya.b@telefonica.net

Figura 2.16: Pressupost equip Marca Kyowa

2.4-CONCLUSIÓ

S'ha optat per el sistema que ofereix HBM, tot i que les altres opcions també s'han trobat interessants.

Un altre dels punts que s'ha tingut en compte és el fet que, el mateix departament del grup Nissan, però el que realitzà assajos a Japó, podria considerar fer l'actualització dels equips. Contemplant aquest punt, per part seva, tenen preferència per la marca, ja que hi treballen actualment i tenen estreta relació i bona experiència en quant a suport tècnic (calibracions, revisions i reparacions).

Així doncs, s'ha escollit l'equip d' HBM "Quantum X". Es farà la comanda i segons el proveïdor, s'espera poder tenir l'equip per a poder-hi començar a treballar a finals de Desembre.

Per facilitar el transport i l'ús, el fabricant ofereix l'opció d'empaquetar els mòduls necessaris en una caixa-suport que els contingui, amb totes les sortides unificades en la part frontal

3.MUNTATGE I CONFIGURACIÓ

En la Figura 3.1, es poden veure en l'interior de la caixa, els tres mòduls amb 6 senyals analògiques, una per polsos i una entrada CAN cadascun. I un altre mòdul amb 16 entrades per a temperatures. A més, s'aprecia la resta d'entrades, ja sigui per: USB, LAN, etc.



Figura 3.1: imatge de l'equip d'adquisició facilitada per l'equip de frens a Japó

En aquest apartat es procedirà al muntatge, tant de l'equip, com dels diferents sensors.

Un cop muntats i després de verificar que no interfereixen amb cap element del vehicle, es procedirà a la seva linealització i ajust in situ.

3.1-SEGURETAT I PREVENCIÓ

A l'hora de muntar qualsevol element en un vehicle que hagi d'ésser utilitzat en proves dinàmiques, s'han de tenir en compte alguns aspectes en quant a seguretat.

Tot element addicional muntat a l'interior d'un vehicle, haurà d'anar ben lligat i assegurat. En els casos que la fixació sigui sensible de perdre el punt d'unió, s'haurà d'habilitar algun element addicional de seguretat, com en el cas de les pantalles i perifèrics que no vagin units al cos principal de l'equip (Figures de 3.2-3.4).

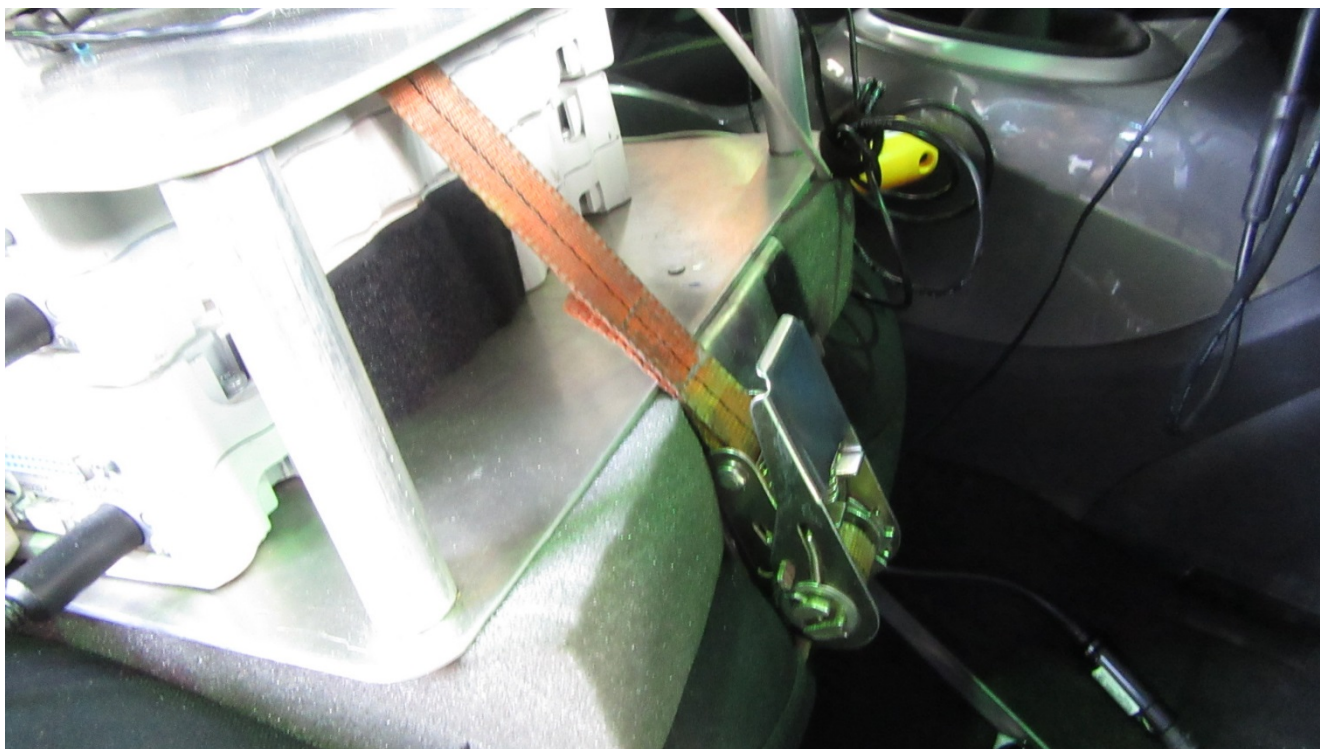


Figura 3.2: Subjecció de l'equip mitjançant eslingues



Figura 3.3: Subjecció de pantalla amb llaçada en cas de cedir la ventosa

Depenent del vehicle i les seves característiques, el muntatge s'haurà d'adaptar a aquestes. No serà el mateix, el muntatge en un turisme que en un vehicle industrial sense seients.

En un vehicle amb seients, es muntaran lastres amb la forma que permeti lligar-los amb el cinturó de seguretat.

Es poden omplir i buidar d'aigua per a facilitar-ne la manipulació.

En el cas que es tracti d'un vehicle industrial, o de transport de persones i no disposi de cinturons de seguretat, i només de zona de càrrega, aquesta anirà sempre lligada, amb l'element que assegui que no es mourà el més mínim, tal i com es pot veure en les figura 3.4.



Figura 3.4: Subjecció de pedra com a lastre cargolada al bastidor

3.2- MUNTATGE DELS SENSORS EN EL VEHICLE I CONFIGURACIÓ EN EL PROGRAMA

A la Figura 3.5 es mostra l'esquema del conjunt de sensors que es poden muntar en el vehicle, per tal d'obtenir els diferents valors mesurats.

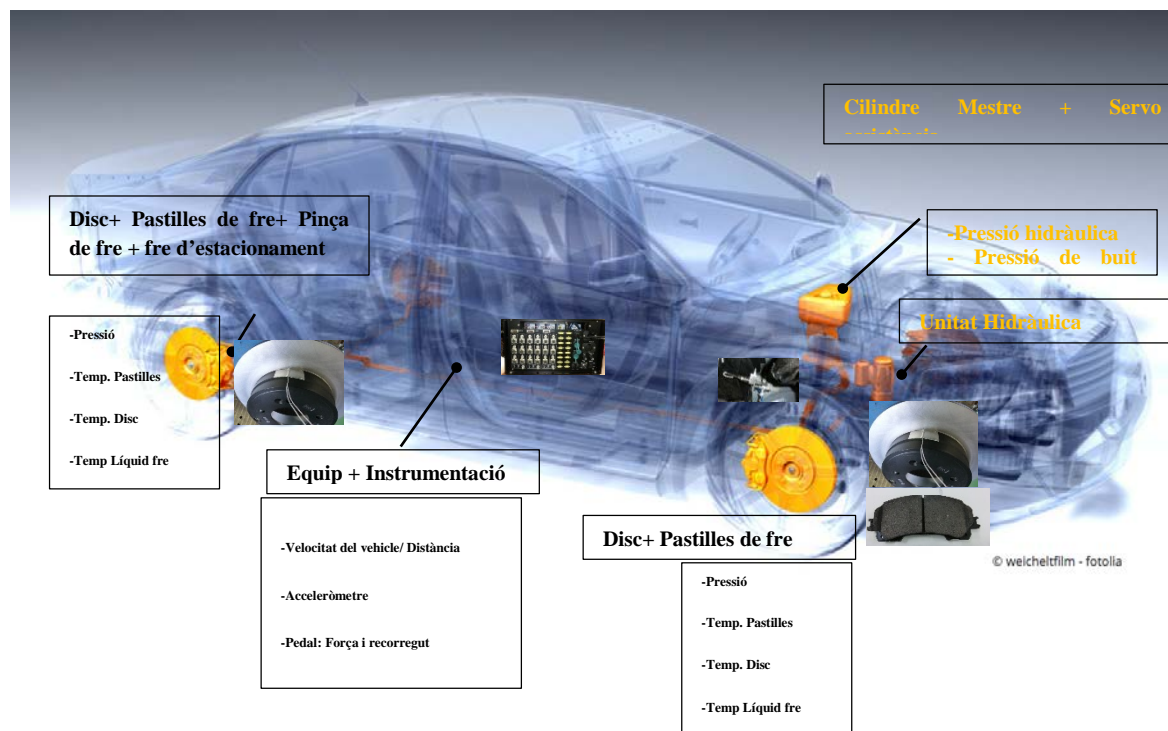


Figura 3.5: Conjunt de sensors muntats en el vehicle

1.-Conexionat Alimentació equip desde la bateria del vehicle Figura 3.6



Figura 3.6: Pressa d'alimentació de la bateria de baixa tensió del vehicle

2.-Entrada caixa d'alimentació de l'equip desde la bateria del vehicle Figura 3.7



Figura 3.7: Detall conector aeri amb caixa d'alimentació

3.-Termoparells per a mesurar temperatura de líquid a la pinça, i punta grimpada per a mesurar la temperatura en les pastilles de fré (Figures 3.8 i 3.9)



Figura 3.8: Sensor de temperatura pinça de fré. Líquid i pastilla.



Figura 3.9: detall sensor de temperatura en pastilles de fré



Figura 3.8.b: detall sensor de temperatura pinça de fré



Figura 3.10 Termoparell muntat en disc.

4.-Sensor de pressió de fluid abans de la pinça de fré (Figura 3.11).

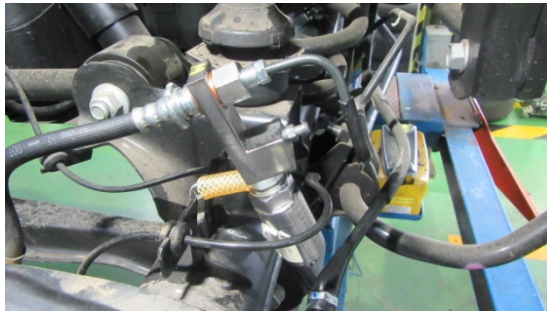


Figura 3.11: Captador de pressió muntat

5.-L'Acceleròmetre instal·lat a l'habitacle (figura 3.12), està muntat sobre el plàstic del guarda objectes. En aquest cas perquè no es una senyal de referència, sinó més aviat orientativa. Si fora així, s'hauria d'ubicar en un lloc consistent i que no afegís soroll a la senyal, com seria sobre els cargos de fixació dels seients, o al damunt de la unitat electrònica de control de l'ABS/ESP que normalment es troba sota la consola, al costat de la palanca selectora de velocitats.



Figura 3.12: Acceleròmetre muntat a sobre plàstic de guardaobjectes.

6.-Els sensor de recorregut o potenciòmetres es poden muntar de qualsevols de les dues maneres mostrades en la figura 3.13.



Figura 3.13: Diferents sensors de recorregut muntats en el vehicle

7.- Com a sensors d'esforç, s'en poden trobar per al pedal de fré de servei, o per a muntar sobre el d'estacionament.(Figura 3.14). El principi de funcionament és el mateix i els rangs d'esforços que poden suportar també, entre 500 i 1500 N.



Figura 3.14: Disposicions dels sensors d'esforç.

8.-Ordinador i pantalla per assaig, fixat i assegurat (Figures 3.15 i 3.16).

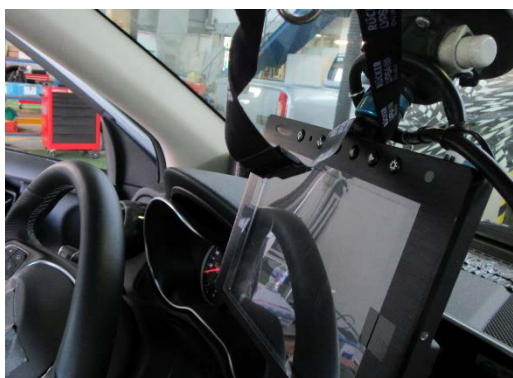


Figura 3.15: Pantalla d'assaig



Figura 3.16: Suport per a l'ordinador.

9.-Conexionat equip.

Sense tenir l'equip Quantum X, es veurà la configuració de l'equip que el substitueix temporalment.

Esquemàticament el connexionat es distribueix de la següent manera (Figura 3.17 i 3.18):



Figura 3.17:Entrades dels diferents sensors als amplificadors

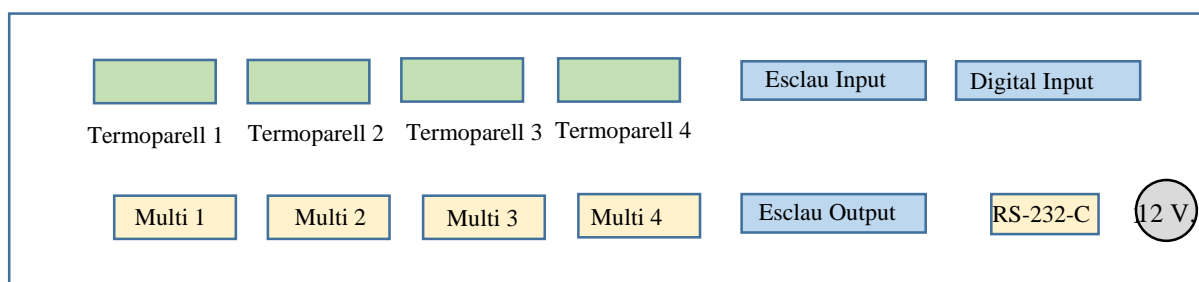


Figura 3.18: Croquis d'entrades dels diferents sensors als amplificadors

Entrades Termoparells: Entrades per a termoparells tipus K

Entrades Multicanal: Permet, entrades analògiques, extensiomètriques, i els dos primers canals l'entrada de pulsos.

Esclaus: Permeten l'extensió de més canals, connectant dos o més equips en sèrie.

Digital Input: Com en nom indica, permet entrada digital.

RS-232: Permet una sortida addicional en el cas que es desitgi.

12V.: Alimentació des de la caixa d'alimentació.

3.2.1 CONFIGURACIÓ DELS SENSORS SEGONS EL GUANY DE CADASCÚ:

Ch	Module	Record Range	Use	Object	DC-AC	Signal name	Unit	Physical Val Low(EU)	Physical Val High(EU)	Input Value Low	Input Value High	Equilibrium	Calc. Factor	Signal ID
1 / 1.F1	SignalEdges	1 to 100000 100KHz	Use Active			VL	km/h	0	200	0	100000	0	0.002	1
2 / 1.F2	SignalEdges	to 32768 Count/100	Use Active			Distance	m	0	1	0	18	0	1.555556E-02	1001
3 / 1.S3	Strain(FullBridge)	-3 to 3 mV/V	Use Active			B/K Pedal Force	N	0	98	-8.905242E-03	-9.947469E-02	1.718796E-03	-1082.043	200
4 / 1.S4														
5 / 1.T5														
6 / 1.T6														
7 / 1.T7														
8 / 1.T8	Thermocouple_K	-200 to 1300 °	Use Active			FR Pad Temp	°C	-200	1300	-200	1300	0	1	215
9 / 2.F1	Strain(FullBridge)	-3 to 3 mV/V	Use Active			M/CYL Pressure	MPa	0	14.53	0	1	-0.1077586	14.53	13
10 / 2.F2	Strain(FullBridge)	-3 to 3 mV/V	Use Active			FR W/Cyl Pressure	MPa	0	14.31	0	1	-0.2049507	14.31	203
11 / 2.S3	Strain(FullBridge)	-3 to 3 mV/V	Use Active			RR W/Cyl Pressure	MPa	0	-14.49	0	1	0.3515985	-14.49	205
12 / 2.S4	Strain(FullBridge)	-3 to 3 mV/V	Use Active			Deceleration	m/s^2	0	9.81	-6.538983E-03	0.2890025	-930798E-03	33.19331	201
13 / 2.T5														
14 / 2.T6														
15 / 2.T7														
16 / 2.T8														

Figura 3.19: Quadre diàleg de calibració

El hardware incorpora un programa, que ja té associades les entrades i els diferents tipus d'entrada segons el port d'entrada(Figura 3.19 i 3.20).

En el capçal superior, es pot apreciar les columnes dels paràmetres que defineixen les propietats de les senyals

Set Calibration														
File(F) Record(A) Set up(T) Help(H)														
Ch	Module	Record Range	Use	Object	DC-AC	Signal name	Unit	Val Low(EU)	Val High(EU)	ut Value Low	ut Value High	Equilibrium	Calc. Factor	Signal ID

Figura 3.20: Quadre diàleg de calibració

Ch: Nombre de canal.

Module: Es seleccionarà si es termoparell, polsos, analògiques amb extensimetria, o analògiques de -10 -10 V.

Record Range: Rang d'entrada- Termoparells:-200 a 1300

-Extensimetria: -3 a 3 mV/V

-Polsos: 0 a 100kHz

- DC: -10 a 10 V.

Nom del canal: Ajudarà a l'hora de visualitzar les lectures i per al posterior anàlisis de les dades.

Units: Unitats de la magnitud a mesurar o de sortida. (km/h, m, MPa, °C...)

Valors Físics: Valor de sortida per una unitat d'entrada o guany.

Es troba normalment en la carta de Calibració que facilita el fabricant, i que al llarg de la vida del sensor podrà variar. S'haurà d'anar verificant la variació d'aquest guany, per a conservar la exactitud de la mesura.

Valor Mesurat: V; mV; Polsos: Es el valor de senyal mesurat a l'entrada del dispositiu.

“Equilibrium”: Desplaçament del zero mesurat. Serveix per a desplaçar-lo quan interressi, i conservar la linealitat del guany del sensor.

Factor de càlcul: És el valor del Guany, quantifica els cops que la sortida es veu afectada per unitat d'entrada(Fig. 3.21). (V,mV, Polsos).

2. 非直線性 Nonlinearity	0.05	%RO
3. ヒステリシス Hysteresis	0.08	%RO
4. 校正係数 <u>Calibration constant</u>	0.4054 mm	/1.0 μ V/V
	0.2027 mm	/1.0 $\times 10^{-3}$ N
5. 入出力抵抗 Input & Output resistance	入力 Input	350.7 Ω

Figura 3.21: Detall full calibració sensor

Signal ID: Nombre d'Identificador que s'assigna al canal, per al funcionament intern del programa i altres funcions.

3.2.1ROCEDIMENT DE LINEALITZACIÓ D'UN SENSOR

Un cop coneixent les característiques que defineixen les propietats d'un canal, s'exemplificarà el procés a seguir per a linealitzar-ne un.

-El primer a tenir en compte és, depenent del tipus de sensor, quin són els ports als que es podrà connectar(Figura 3.22). S'ha escollit la cèl·lula de càrrega per exemplificar el cas.

3 / 1_S3	Strain(FullBridge)	-3 to 3 mV/V	Use Active	8/K Pedal Force	N	0	98	-8.905242E-03	-9.947469E-0
----------	--------------------	--------------	------------	-----------------	---	---	----	---------------	--------------

Figura 3.22: Propietats del canal a



Figura 3.23: Pesa calibrada i sensor

Tenint en compte que es un sensor que treballa amb micro-voltatges, per tant s'escollirà l'escala de -3 a 3mV(Figura 3.22).

A demés, per si pogués existir algun dubte, sempre ens haurem de basar en la fulla del fabricant que acompanya el sensor i la informació que hi apareix (Figura 3.24).

検査成績書 Test Data Sheet			
型式名 Model	C-1KNS16	検査年月日 Inspected date	2016.11.17
定価容量 Rated Capacity	1 kN	温度 Temp.	23°C
		製造番号 Manufacture	697350001
		単位 Unit	50N/01
1. 定価出力 Rated output			918 μ V/V 1836 $\times 10^{-6}$ B
2. 非直線性 Nonlinearity			0.22 %R.O.
3. ヒステリシス Hysteresis			0.23 %R.O.
4. 校正係数 Calibration constant			0.001089 kN / 1.0 μ V/V 0.00001089 kN / 1.0 $\times 10^{-6}$ B
5. 入出力抵抗 Input & Output resistance		入力 Input Ohm	240.8 Ω
		出力 Output Ohm	240.8 Ω
単位 Unit		検査者 Inspector	合格
株式会社 共和電業 KYOWA ELECTRONIC INSTRUMENTS CO.,LTD.		責任者 Supervisor	共和電業 - 446C

Figura 2.25: Full de dades del sensor

En la fulla hi apareixeran totes les dades i números de sèrie que identifiquen el sensor i l'associen amb els valors quasi únics es podria dir, intrínsecs que defineixen el seu comportament.

Es pot veure el rang màxim de funcionament, 1000kN, la temperatura 23°C, a la que refereixen els valors de sortida per cada mV, la histèresi, la resistència interna i el més important tot i que els altres valors poden definir la qualitat del sensor. Aquest valor es el de la constant de Calibració. Aquesta constant és la que permet traslladar els valors de tensió en mV. als de Força en N.

El factor donat Fig.2.25, ens diu que, per cada micro-Volt de variació, correspon a 0.001089 kN. Operant-ho d'acord a valors d'ús de l'equip i amb les unitats de pes a Newtons en queda:

$$0.001089\text{kN}=1.089\text{N}/\mu\text{V} \longrightarrow \text{passant el } \mu\text{V a mV queda Constant de Calibració}=1,089\text{N/mV}$$

Com a patró es té una pesa de 98 Newtons (Figures 2.23 i 2.25). Així doncs, s'introduirà el valor de la pesa i s'associarà al valor que mesuri l'equip en mV.



Figura 3.25: Pesa calibrada i sensor

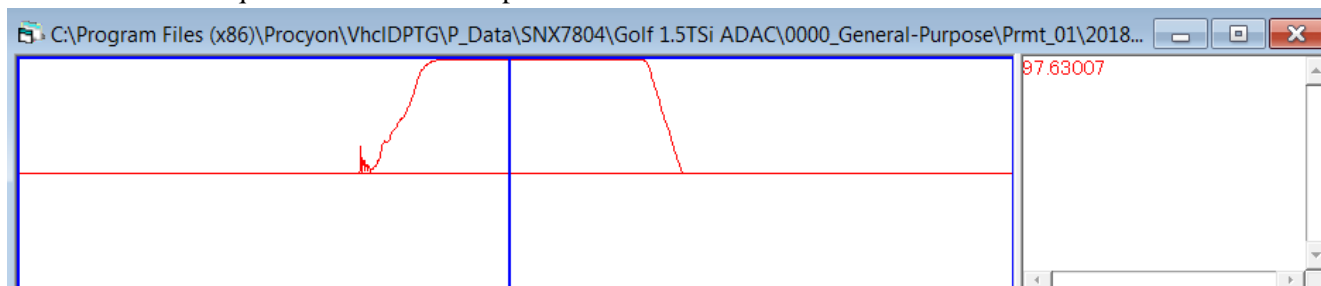
L'explicació es deu, a que la caixa d'alimentació de l'equip es connecta a la font d'alimentació del vehicle, i tot i que porta un regulador de tensió, el valor d'aquest pot variar segons el vehicle, l'alternador del mateix, qualitat de la bateria, a demés de les condicions de temperatura i humitat en l'ambient.

Ch	Module	Record Range	Use	Object	DC-AC	Signal name	Unit	Val Low(EU)	Val High(EU)	ut Value Low	ut Value High	Equilibrium	Calc. Factor	Signal ID
1 / 1.F1														
2 / 1.F2														
3 / 1.S3	Strain(FullBridge)	-3 to 3 mV/V	Use	Active		B/K Pedal Force	N	0	98.1595518E-03	0.869562E-02	1.595515E-03		1087.679	200
4 / 1.S4														
5 / 1.T5														
6 / 1.T6														
7 / 1.T7														
8 / 1.T8														
9 / 2.F1														
10 / 2.F2														
11 / 2.S3														
12 / 2.S4														
13 / 2.T5														
14 / 2.T6														
15 / 2.T7														
16 / 2.T8														

Figura 3.26: Quadre de calibració dels

Com es pot apreciar en el quadre de la Figura 3.26, i per les diferències de tensió en l'equip amb les del laboratori del fabricant, el guany del sensor surt algo menor del que dona el fabricant.

Després de la calibració es verifica en l'entorn d'assaig(Figura 3.27) per comprovar que doni el valor desitjat. La diferència en aquest cas es del 0.4% aproximadament.



**Figura 3.27: Comprovació de la mesura amb el
pes patró**

El procés es repetirà per la resta de sensors i es comprovarà amb el patró oportú en cada cas.

Tots els sensors es revisen cada any i estan certificats per [APPLUS Laboratories](#) a Bellaterra.

4.-FONAMENTS I PRINCIPIS FÍSICS EN LA DINÀMICA DE VEHICLES

Per al cas que ens ocupa, el present document només donarà el concepte principal pel que fa als fenòmens en cas de pèrdua d'adherència en un dels dos eixos i per aproximar al lector al comportament dinàmic del vehicle en cada cas.

En cas de lliscament de l'eix davanter (sub-viratge/under-Steering),(Fig.4.1) l'eix posterior conserva adherència i el centre de masses del cos queda per davant d'aquest últim. Per aquest motiu, la trajectòria del vehicle serà lineal, sense que aquesta tingui tendència a canviar la que ja portava.

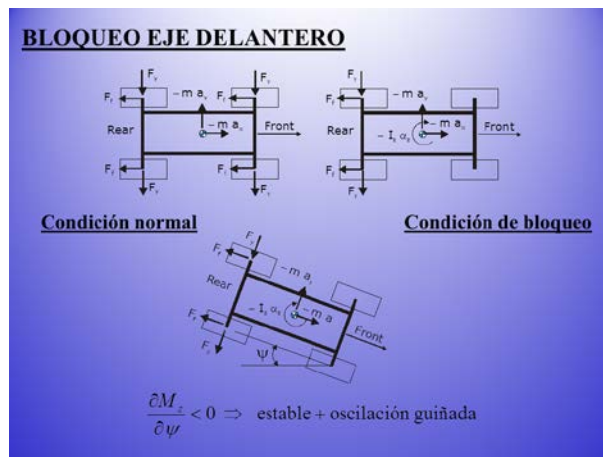


Figura 4.1: Equilibri de forces en l'eix posterior

En cas de lliscament de l'eix del darrera (sobre-viratge/oversteering), (Fig.4.2) el que manté l'adherència és el davanter. El que provoca això, és que la inèrcia que du el cos tindrà tendència desplaçar-lo fora del seu eix per a petits desplaçaments fora de l'eix longitudinal que aquest pateixi. Podent provocar la pèrdua total del control del vehicle, i tenir conseqüències no desitjades. Serà sempre el cas a evitar en qualsevol situació de frenada i el punt més important a tenir en compte en el dimensionament del sistema de frens.

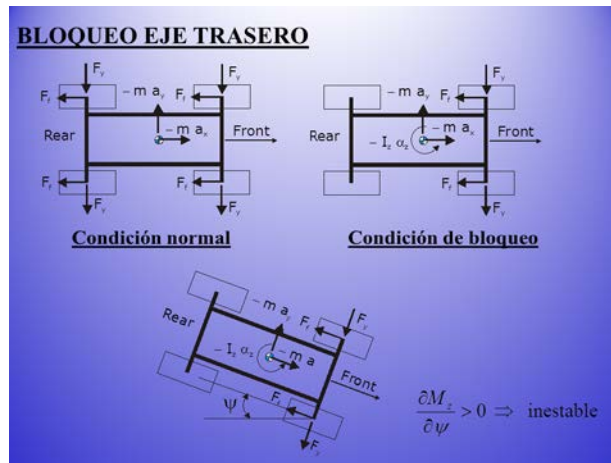


Figura 4.2: Equilibri de forces en l'eix davanter

En la figura 4.3, es poden veure els diferent valors de coeficients d'adherència entre diferents materials. En l'apartat de càlculs i esforços durant la frenada, es veurà el paper que juguen.

	Coeficient d'adherència Estàtic	Coeficient d'adherència Dinàmic
Cautxo- Cement (Sec)	0.9	0.68
Cautxo- Cement (Mullat)		0.58
Cautxo-Asfalt (Sec)	0.85	0.67
Cautxo-Asfalt (Mullat)		0.53
Cautxo-Gel		0.15
Ski encerat-Neu	0.14	0.05
Acer-Acer	0.74	0.57
Tefló-Tefló		0.04

Figura 4.3: Coeficients de fricció entre diferents materials

4.1. DISCIPLINES DE CÀLCUL

Conceptes i magnituds:

V: Velocitat (m/s)

a: acceleració (m/s^2)

g: gravetat (m/s^2)

W: treball (Watts ó Joules/sec.)

Ec: Energia cinètica (Watts ó Joules/sec.)

m: massa (kg);

Rpneu: Radi efectiu pneumàtic (m.)

Rdisc: Radi efectiu disc fre (m.)

I_G : Moment d'inèrcia d'un cos cilíndric al voltant de l'eix. ($\text{Kg}\cdot\text{m}^2$);

w: velocitat rotativa (rad/segon)

μ : Coeficient de Fricció (adimensional)

K: Adhesió (F_{fx}/N_x) (Adimensional)

CGxf: distància eix davanter-centre de gravetat (m.)

CGxr: distància eix posterior-centre de gravetat (m.)

Fd: Resistència aerodinàmica l'avanç (N)

Nf: Força normal a l'eix davanter (N)

Nr: Força Normal a l'eix posterior (N)

Fpfr: força pinça davantera (N)

Fpr: Força pinça darrera (N)

Fftotal: Força de frenada total (N)

F_{ffr}: Força de frenada eix anterior (N)

F_{frr}: Força de frenada eix posterior (N)

C_p: Constant tèrmica (J/Kg·°C)

Els càlculs teòrics i analítics que envolten i s'empren a l'hora de caracteritzar i dimensionar un sistema de frens són diversos i abracen molts camps. A continuació se n'enumeraran alguns:

- Mecànica Clàssica
 - Teorema del Treball i l'Energia
 - Equilibri del Sòlid Rígid
 - Cinemàtica i Dinàmica del Sòlid Rígid
- Mecànica de fluids
 - Resistència Aerodinàmica
 - Principi de Pascal

4.1.1 CÀLCUL DE FORCES I MOMENTS

La força necessària per a descelerar el vehicle, partir d'ara força de frenada, produïda als frens i transmesa als discs de fre, es calcularà per tant a partir de la segona llei de Newton [1]. Aquesta diu que la força és igual al producte de la massa del cos i la seva acceleració.

$$F_{frenada\ total} = m \cdot a \quad [1]$$

Si es tingués en compte la força de resistència aerodinàmica a l'avanç, funció de la velocitat, coeficient forma del vehicle, i la densitat del fluid en el que es desplaça; aquesta s'hauria de restar a la força per provocar la desacceleració. Tot i que no s'aplicarà per als càlculs, l'expressió és [2]:

$$F_D = \frac{1}{2} \rho V^2 C_d \cdot A \quad [2]$$

On:

ρ : Densitat de l'aire (kg/m³)

V^2 : Velocitat (m/s)

C_d : Coeficient de forma

A : Àrea d'atac (m^2)

Donant valors d'acceleració a l'expressió [1] i considerant una massa en el nostre cas 2800 Kg en la condició de carregat, s'obtenen les diferents forces necessàries per a provocar-la. Tenint en compte que la força que s'haurà d'efectuar a les rodes (F_{fr}) multiplicada per el radi efectiu de la roda (R_r) tindrà que ser igual a la força que es faci a la pinça (F_p) per el radi efectiu del disc (R_d).

$$F_{fre} \cdot R_r = F_p \cdot R_d \quad [3]$$

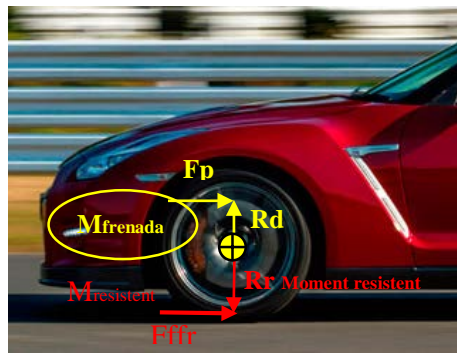


Figura 4.6: Equilibri de forces en l'eix davanter

Aïllant la força a la pinça (F_p)

$$F_p = \frac{F_{fre} \cdot R_r}{R_d} \quad [4]$$

La força a la pinça serà funció de l'àrea dels cilindres de la pinça i la pressió :

$$F_p = n^{\circ} \text{cilindres/eix} \cdot \text{Àrea cil.} \cdot \text{Pressió} \cdot 2^* \quad [5]$$

*S'haurà de considerar tenint en compte que la força del fluid dins la pinça exerceix la força en la pròpia pinça i en el cilindre (Figura 4.4).

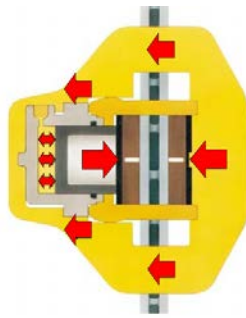


Figura 4.7: Forces en l'interior de la pinça de frè

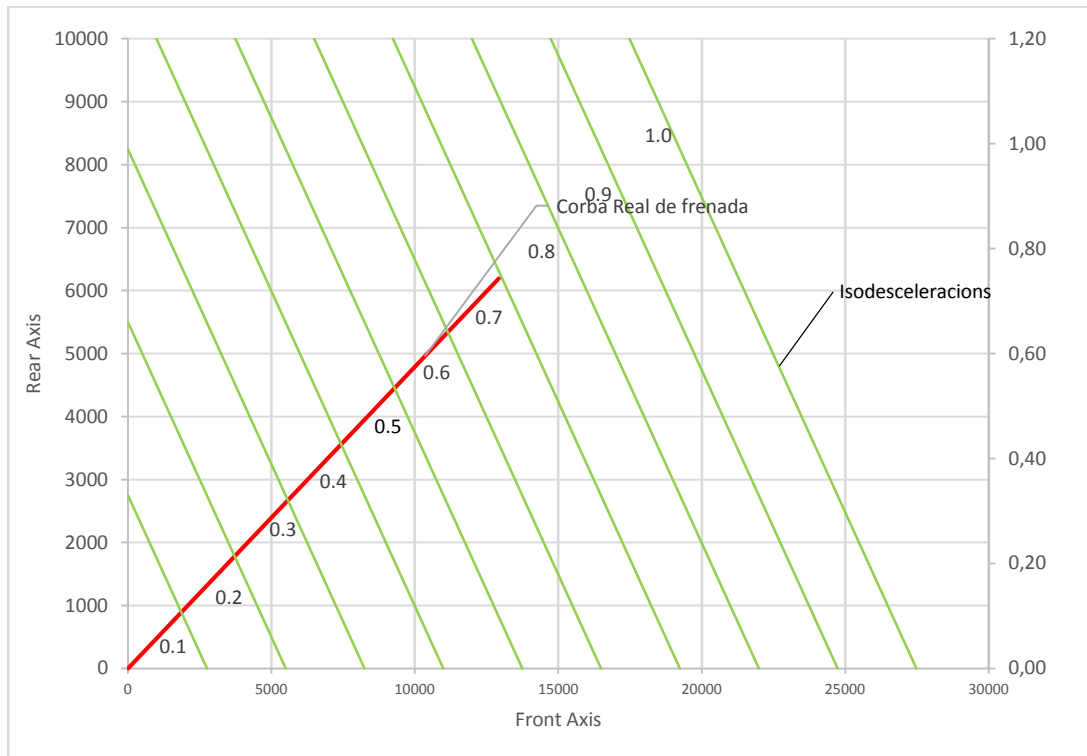
Igualant les expressions [4] i [5]:

$$N^{\circ} \text{ Cilindres} \cdot \text{Àrea} \cdot \text{Pressió} \cdot 2 = \frac{F_p \cdot R_r}{R_d}$$

Per tant en cada desceleració la força que es fa ens dona els valors de força real del sistema (Figura 4.8).

Pressió(MPa)	Força total	Força Fr	Force Rr	Decel PTW (m/s2)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.51	955.84	646.18	309.66	0.34
1.01	1,911.68	1,292.35	619.33	0.68
1.52	2,867.52	1,938.53	928.99	1.02
2.03	3,823.36	2,584.70	1,238.65	1.37
2.53	4,779.20	3,230.88	1,548.32	1.71
3.04	5,735.04	3,877.06	1,857.98	2.05
3.55	6,690.88	4,523.23	2,167.64	2.39
4.05	7,646.72	5,169.41	2,477.31	2.73
4.56	8,602.56	5,815.58	2,786.97	3.07
5.07	9,558.40	6,461.76	3,096.64	3.41
5.57	10,514.23	7,107.94	3,406.30	3.76
6.08	11,470.07	7,754.11	3,715.96	4.10
6.59	12,425.91	8,400.29	4,025.63	4.44
7.09	13,381.75	9,046.46	4,335.29	4.78
7.60	14,337.59	9,692.64	4,644.95	5.12
8.11	15,293.43	10,338.82	4,954.62	5.46
8.61	16,249.27	10,984.99	5,264.28	5.80
9.12	17,205.11	11,631.17	5,573.94	6.14
9.63	18,160.95	12,277.34	5,883.61	6.49
10.13	19,116.79	12,923.52	6,193.27	6.83

Figura 4.8: Taula Forces de la recta de frenada per cada desceleració i Pressió necessària



Per tant, per a major deceleració, major serà la força necessària que s'haurà de fer sobre els frens(Figura 4.9).

Transferència de ma

Figura 4.9: Gràfic Forces de la recta de frenada

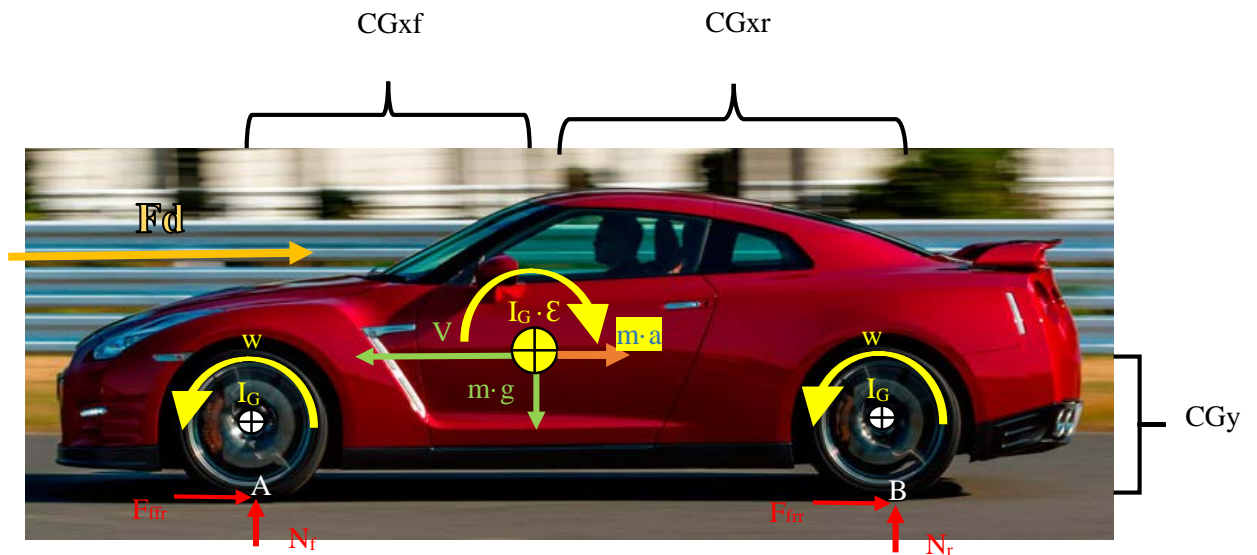


Figura 4.10: Diagrama de forces

En produir-se la des-acceleració, i per efecte de la força deguda a la inèrcia, entre l'eix davanter i les posterior, hi haurà una transferència de masses (Fig.4.10). Aquesta transferència de masses jugarà un paper important en el repartiment de la força de frenada necessària, entre els dos eixos.

Aquest desplaçament de massa provocarà una disminució de la força normal a les rodes de darrera, i un augment a les del davant. Reduirà per tant, la força de frenada màxima en el primer cas, i l'augmentarà en el segon.

Per al càlcul de transferència de pesos (T_p), amb el diagrama de forces (Fig.4.10)

Plantejant les equacions d'equilibri del cos lliure:

$$\begin{aligned} \Sigma F_x = 0 \quad F_{frr} + F_{frr} &= m \cdot a \\ [6] \end{aligned}$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad N_f + N_r - m \cdot g = 0 \quad [7]$$

$$\begin{aligned} \Sigma M_A = 0 \quad N_r &= \frac{m \cdot g \cdot CG_{xf} - m \cdot a \cdot CG_y}{L} \\ [8] \end{aligned}$$

Tenint en compte que aprofitant la màxima adherència $\mu = a$

Si es té en compte a més que la F_{fr} (força de frenada) $= m \cdot a$, quedarà $F_{fr} = m \cdot \mu$ [1]

Sense que hi hagi lliscament es pot establir que $m \cdot a = m \cdot g \cdot \mu$ tenim doncs que el coeficient d'adherència

$$\mu = \frac{a}{g} \quad [9]$$

La transferència de Pes (T_p) serà doncs :

$$T_p = \left(\frac{\mu \cdot CG_y}{l} \right) \cdot m \cdot g \quad [10]$$

Amb $m \cdot g = P$

$$\text{Pes eix davanter} = P - N_r + \left(\frac{\mu \cdot CG_y}{l} \right) \cdot P \quad [11]$$

$$\begin{aligned} \text{Pes eix posterior} &= \left(\frac{CG_{xf}}{L} - \frac{\mu \cdot CG_y}{l} \right) \cdot P \\ [11b] \end{aligned}$$

Per a cada desceleració doncs en l'eix davanter si afegirà càrrega augmentant la força de frenada disponible, i en l'eix posterior disminuirà la càrrega, i per tant la força de frenada en aquest eix.

Força normal Fr	Foça Normal Rr	a	Transferència de Pes	m/s2	Adherència FR	Adherència RR
14,082.60	13,367.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14,941.47	12,508.34	0.98	858.87	0.98	1,494.15	1,250.83
15,800.33	11,649.47	1.96	1,717.73	1.96	3,160.07	2,329.89
16,659.20	10,790.61	2.94	2,576.60	2.94	4,997.76	3,237.18
17,518.06	9,931.74	3.93	3,435.46	3.93	7,007.22	3,972.70
18,376.93	9,072.88	4.91	4,294.33	4.91	9,188.46	4,536.44
19,235.79	8,214.01	5.89	5,153.19	5.89	11,541.47	4,928.41
20,094.66	7,355.15	6.87	6,012.06	6.87	14,066.26	5,148.60
20,953.52	6,496.28	7.85	6,870.92	7.85	16,762.82	5,197.02
21,812.39	5,637.42	8.83	7,729.79	8.83	19,631.15	5,073.67
22,671.25	4,778.55	9.82	8,588.65	9.82	22,671.25	4,778.55

Figura 4.11: Taules de valors de força de frenada en la corba d’equiadherència

Donant valors de desceleració a les expressions [11] i [11b] en la taula (Fig.4.11), es trobarà la corba anomenada d’equiadherències (Fig.4.12), en les que a demés de la desceleració es contempla en cada cas la adherència màxima ($\mu=a$).

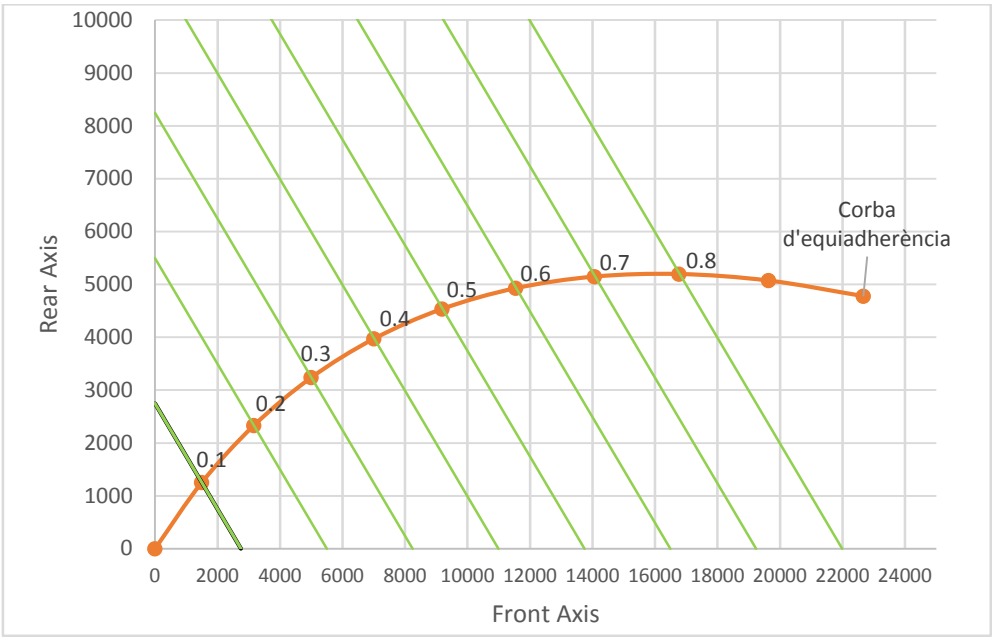


Figura 4.12: Corba d’equiadherència

En combinar els dos gràfics (Fig. 4.13) es pot veure i entendre que no hi pot haver un dimensionament òptim per a totes les situacions de càrrega, per tant s'haurà de dimensionar per una situació de càrrega més desfavorable (PTW).

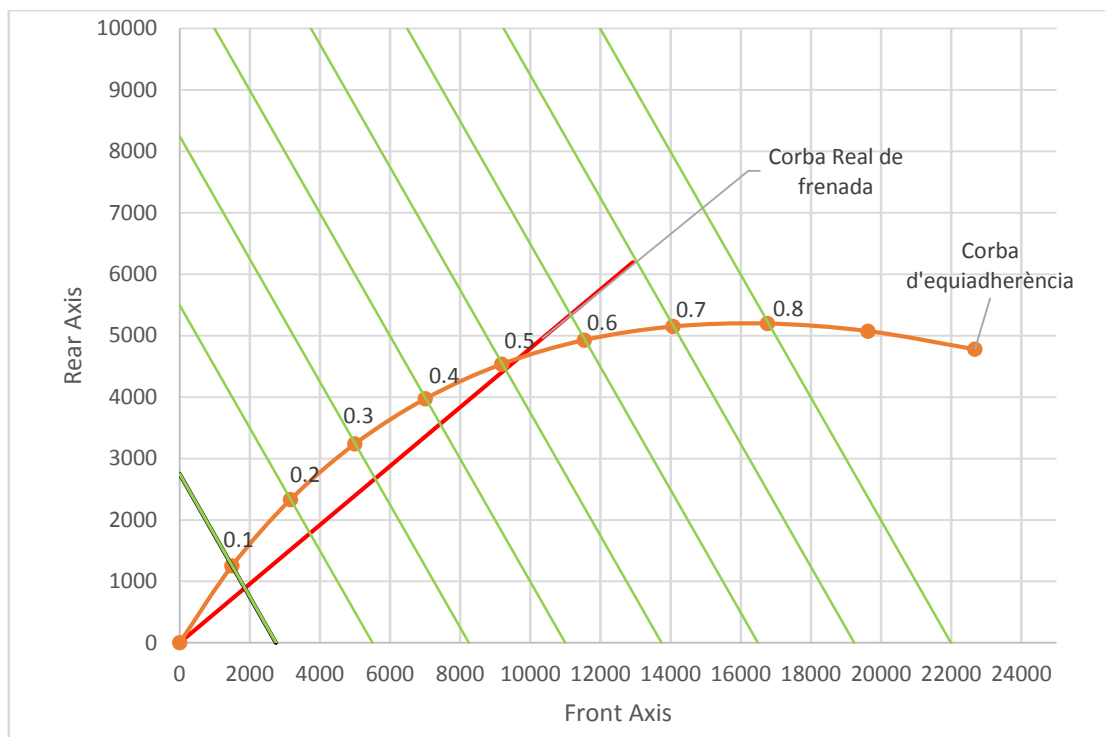


Figura 4.13: Corba d'equiaderència i corba real de frenada

Però tot i que el gràfic sembla que ens dona informació suficient per a poder preveure el lliscament en l'eix posterior, sense les corbes d'isoadherència no podem saber-ho exactament.

Establint per tant a partir de la fórmula d'adherències (K), per a la frenada òptima en els dos eixos, la relació entre la força de frenada i la càrrega en l'eix:

$$K = \frac{F_{frd}}{N_d} = \frac{F_{fr r}}{N_r} \quad [12]$$

En reduir l'expressió, i donant els diferents valors de desceleració/fricció trobem les cures d'equiaderència en cada situació.

$$\text{Adherència davant} = \frac{\text{Pes Eix davanter} \cdot \mu}{1 - \left(\frac{h \cdot \mu}{wb}\right)} \quad [13]$$

$$\text{Adherència darrera} = \frac{\text{Pes Eix davanter} \cdot \mu}{1 + \left(\frac{h \cdot \mu}{wb}\right)} \quad [13b]$$

i donant valors de μ entre 0.1 i 0.8 que serà aproximadament el màxim que es podrà trobar en un asfalt sec i rugós, es poden representar les corbes d'isoaherència (Figura 4.14, en situació de Pes màxim del vehicle)

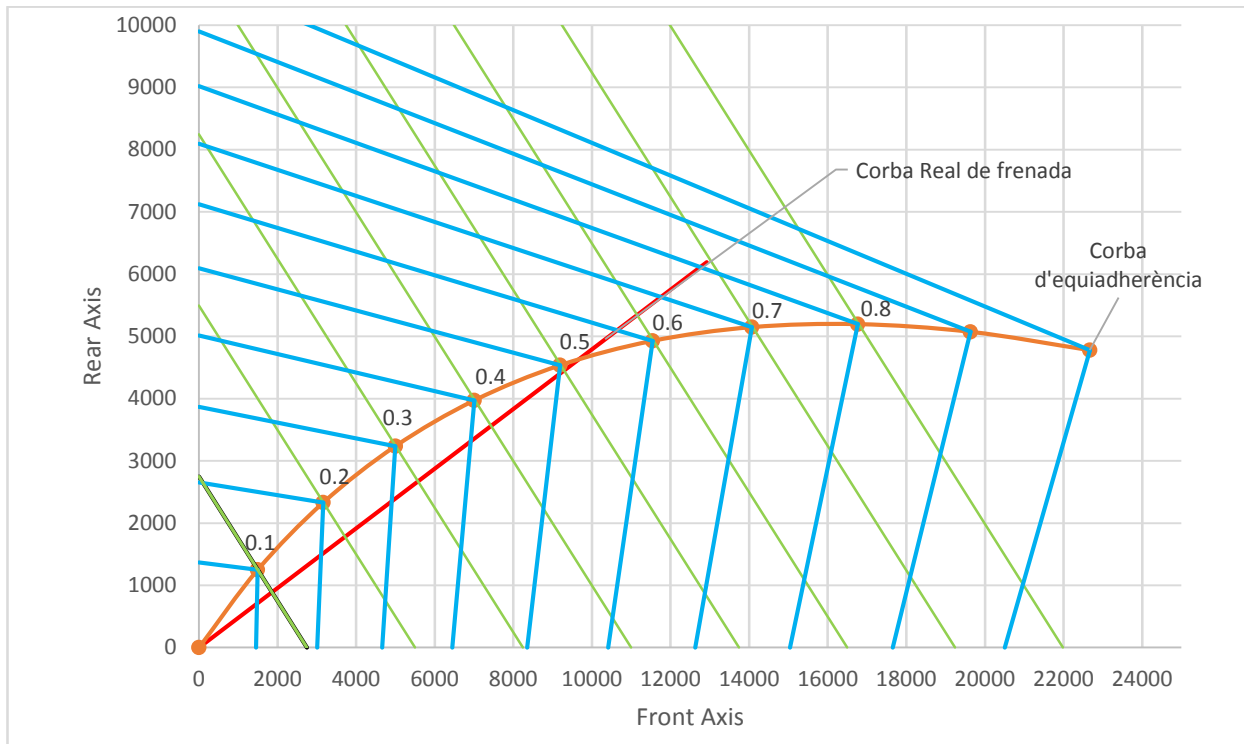


Figura 4.14: Corba d'equiaderència -corba real de frenada-isodeceleracions-isoadherències

Arribats a aquest punt si que es pot assegurar el comportament que tindrà el vehicle en les possibles situacions de desceleració i adherència.

4.1.2 CÀLCUL D'ENERGIES

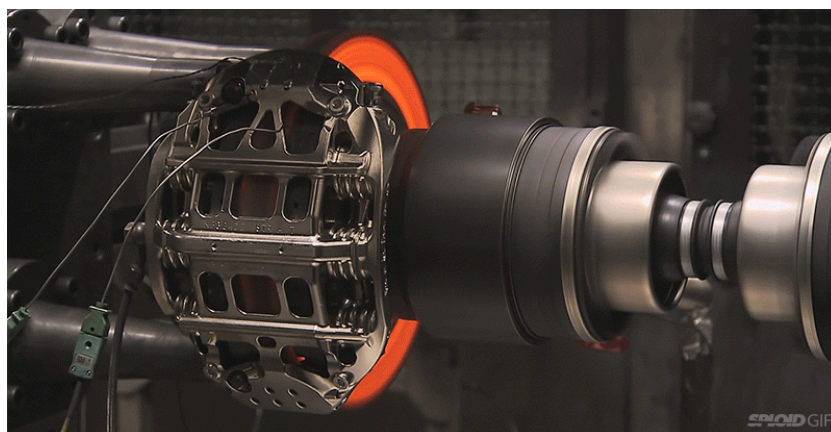


Figura 4.16 : Transformació d'energia cinètica del disc en

El principi físic fonamental en el que es basa el sistema de frens és el de transformar l'energia cinètica que té el vehicle per el simple fet d'estar en moviment i tenir massa, en energia en forma de calor durant la frenada.

Això es gràcies força que exerceix la pinça de fré sobre el disc a través de la pastilla. La fricció entre la pastilla i el disc de fre fan la resta.

Per tant, a més de suportar els esforços sotmesos per la fricció, tant el material del disc com el de la pastilla, hauran de suportar també i mantenir-se estables a altes temperatures

L'energia que hauran de dissipar entre les pastilles i el disc es pot calcular a partir de les següents expressions i:

Considerant que el Treball és igual a l'Energia Cinètica expressats en Joules/segon o en Watts[14].

En el cas d'un vehicle amb massa (m) en moviment a certa velocitat (V), l'energia del cos s'expressa [15] :

$$\Delta W = \Delta E_c \quad [14]$$

$$\Delta E_{c \text{ translació}} = m \cdot \int_{inicial}^{Final} v \cdot dv = \left[\frac{m}{2} v^2 \right]_{final} - \left[\frac{m}{2} v^2 \right]_{inicial}$$

[15]

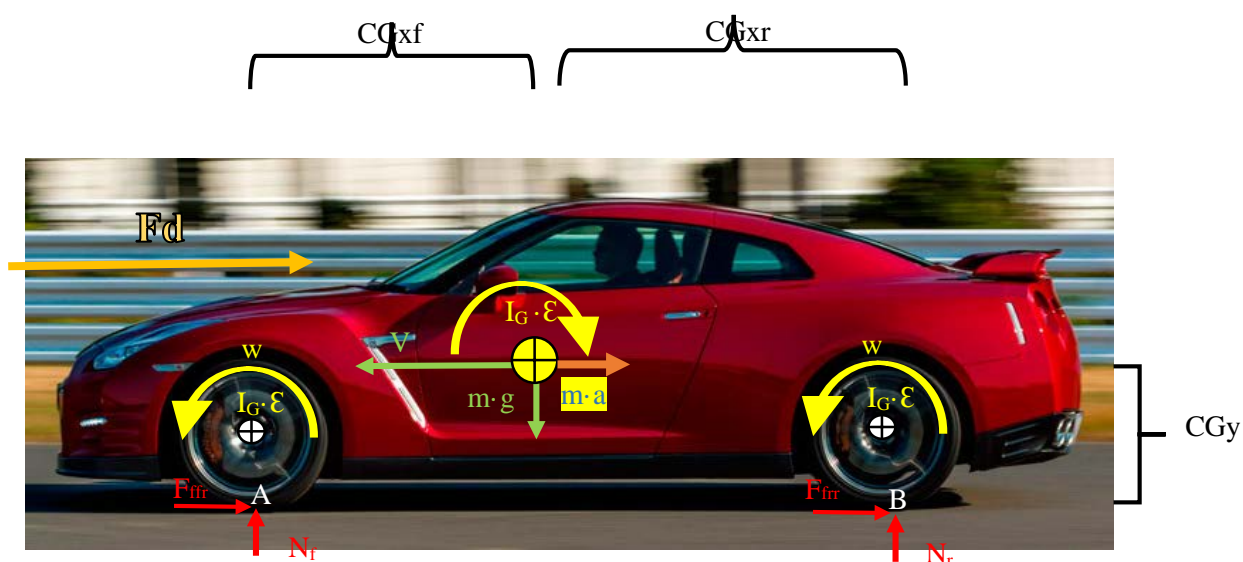


Figura 4.17 : Diagrama de forces del cos lliure

A més d'aquesta, i tot i que en comparació amb la que té el conjunt del vehicle és quasi insignificant, s'han de considerar les rodes, que també emmagatzemen energia.

La fórmula per quantificar-la és la següent:

Essent la velocitat rotativa de les rodes: $w_{rodes} = V_{vehicle} / Radi\ efectiu_{roda}$ [16]

$$\Delta Ec_{rodes} = \Delta Ec_{rodes}^{translació} + \Delta Ec_{rodes}^{rotació} = \frac{m}{2} \cdot (V_{final}^2 - V_{inicial}^2) + \left[\frac{1}{2} I_G \cdot (w_{final}^2 - w_{inicial}^2) \right]$$

[15]+[16]

Tot i això, i degut a la que la massa dels discs i les rodes representa una petita part de la massa total del vehicle, per a càlculs no s'utilitzarà l'energia cinètica de les rodes.

Partint del teorema de conservació de la energia. Tota aquest energia deguda al moviment, es transformarà quasi en la seva totalitat en calor (Q). Igualant les dues expressions:

$$\Delta Ec_{inicial} - \Delta Ec_{final} = m_{discs} \cdot C_p \cdot \Delta T$$

[17]

C_p = Calor específic del material(fosa gris= 434 J/Kg·°C).

ΔT = Diferencial de temperatura entre el disc i la temperatura ambient.

Coneixent-se els valors de les masses dels discs i el coeficient tèrmic del material del que estan fabricats, es podrà aïllar l'increment de temperatura que patiran en haver-hi en el vehicle una variació de velocitat provocada per els frens.

Un cop determinada la energia cinètica total que té el vehicle en moviment, s'igualarà a l'expressió que quantifica la quantitat d'energia cinètica que es transformarà en energia en forma de calor [17].

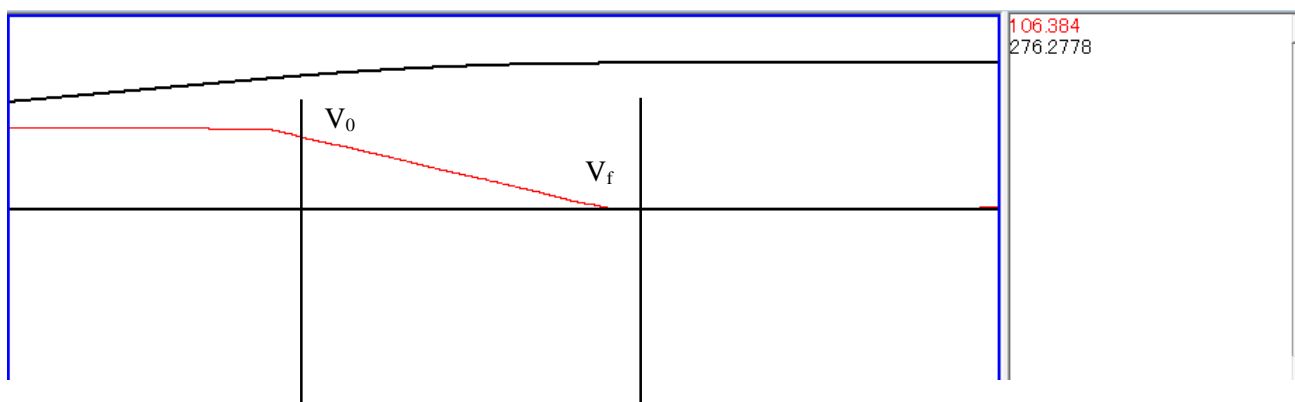


Figura 4.18: Gràfica de velocitat i distancia

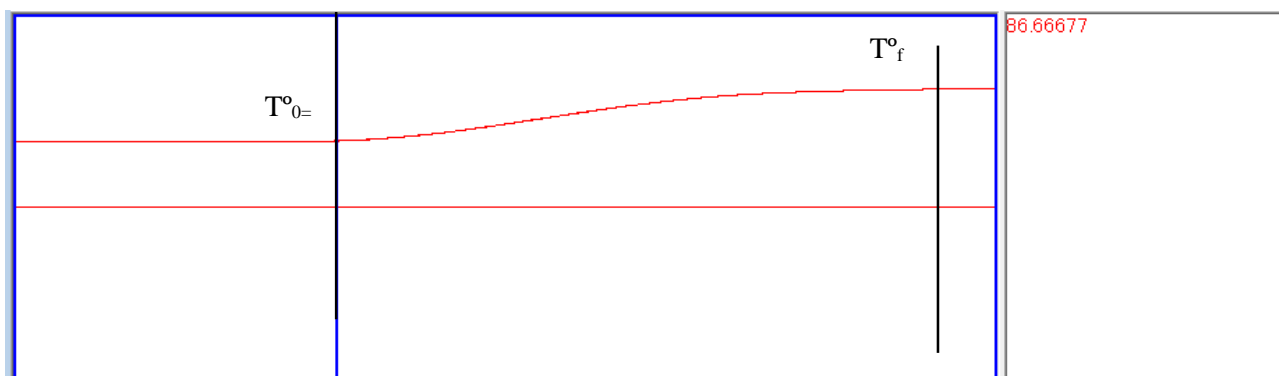


Figura 4.19: Gràfica Temperatura pastilla davantera

Top Pos.	Last Pos.	Samle_N in Rang		Time(s)	All_Samples	Smpl_Frq(Hz)				
1147	4354	3208	6666666667	4680	600					
	SignalName	Average	Min	Max	Peak to Pk	Top Value	Last Value	Min Positic	Max Positi	Zero set
1	VL	29.41215	0	103.92	103.92	103.912	0.504	4286	1194	
2	Distance	367.9038	332.2222	375.8333	43.61108	332.2222	375.8333	1147	3587	
3	B/K Pedal Force	416.4745	-4.414734	804.1307	808.5455	-0.5193805	0.7790707	3477	1437	
4	FR Pad Temp	121.8043	85.32525	153.5805	68.25527	85.80448	153.5805	1298	4354	
5	M/CYL Pressure	10.06132	0.1255392	16.99138	17.11692	-0.0226668	-0.026154	3498	1436	
6	FR W/Cyl Pressure	6.554097	0.0068688	13.46285	13.45598	0.0137376	0.0120204	1158	1284	
7	RR W/Cyl Pressure	2.953459	0.0104328	11.2083	11.21874	-0.0069552	0	1155	3144	
8	Deceleration	5.462759	-4.943148	18.96002	23.90317	0.2668742	-1.410052	2951	2554	

Figura 4.20: Temperatura pastilla davantera a Taula recull d'informació

Per exemplificar la fórmula [17], s'utilitzarà un assaig des de 100 km/h fins al repòs (Figura 4.18-4.19 i 4.20). Amb un vehicle, la massa del qual es 1756kg en la condició assajada.

Caldrà saber el nombre de pistons i diàmetre per cada pinça de fré, en l'eix davanter i el darrer:

$$Fr = 2 \times \varnothing 45 \text{ mm} = 90 \text{ mm}$$

$$Rr = 1 \times \varnothing 38 \text{ mm} = 38 \text{ mm}$$

$$\text{La relació entre Àrees serà: } \frac{\text{Sup Fr}}{\text{total}} = \frac{90}{128} = 70 \% = 0.7 \text{ de l'energia total} \quad [18]$$

$$\text{I per trobar la dissipació d'energia en una pinça davantera serà: } Ec. \text{ tot} \cdot \frac{0.7}{2}$$

Es dividirà entre dos, per trobar l'energia en una pinça de les dues que hi ha a l'eix.

Aplicant la fórmula [17] i amb els valors següents agafant V_0 en el moment que es prem el pedal de fré:

Velocitat inicial (V_0)=104km/h=28.89 m/s; Velocitat final (V_f)= 0 km/h

Temperatura inicial (T_0)= 85.32°C; Temperatura final (T_f)= 153.58°C ΔT =68.6°C

C_p Acer=434J/Kg·°C

Considerant la Massa del disc i les Pastilles de 8'5 kg

$$\Delta E_{c\text{ inicial}} - \Delta E_{c\text{ final}} = m_{discs} \cdot C_p \cdot \Delta T \quad [19]$$

$$\text{Energia Cinètica Total} = \frac{1}{2} \cdot 1756 \cdot 28.89^2 - 0 = 732,75 \text{ kJ}$$

$$E. \text{ Cinètica en cada disc davanter} = 732750 \text{ J} \cdot \frac{0.7}{2} = 257600 \text{ J}$$

S'ha de tenir en compte que, de l'energia total, la distribució de forces està en funció de les àrees dels pistons de les pines de fré.

Àrea pistons pines Fr = 70% Àrea total

Substituint el resultat en eq .[5]

$$\Delta T = \frac{257600}{8.5 \cdot 434} = 69.83^\circ\text{C}$$

Es veu que aplicant la fórmula teòrica, el resultat s'hi aproxima bastant.

4.1.3 PROCÉS DE DISSENY I DIMENSIONAMENT DEL SISTEMA DE FRENADA

Com a punt més crític, com es veurà en el punt 5 d'aquest document, s'haurà de tenir en compte que la desceleració mínima requerida en la norma R13h apartat 2.2, és de 2.44 m/s² (uns 0.25g). L'esforç màxim al pedal de fré per a produir aquesta desceleració, no podrà ser major de 50 daN. Trobant-se el sistema en fallada d'assistència de buit (situació de motor parat) i en condició de màxima massa admissible. Amb aquestes condicions els paràmetres essencials del dimensionament del sistema són:

-Rati de multiplicació del pedal.

-Diàmetre del cilindre Mestre.

-Diàmetre dels cilindres de les Pines (Davant i darrera).

Tot i que no es realitzarà el càlcul, el reglament també recull l'acceleració mínima en funció de l'adherència i estableix uns límits d'aprofitament de l'adherència de l'eix posterior no superior al 90% entre 0.15g i 0.8g.(Veure Punt 6.2 Reglament R13h) i gràfic de la figura 4.21.

Diagram 2

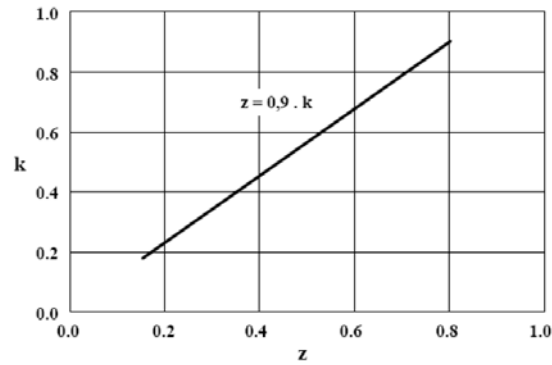
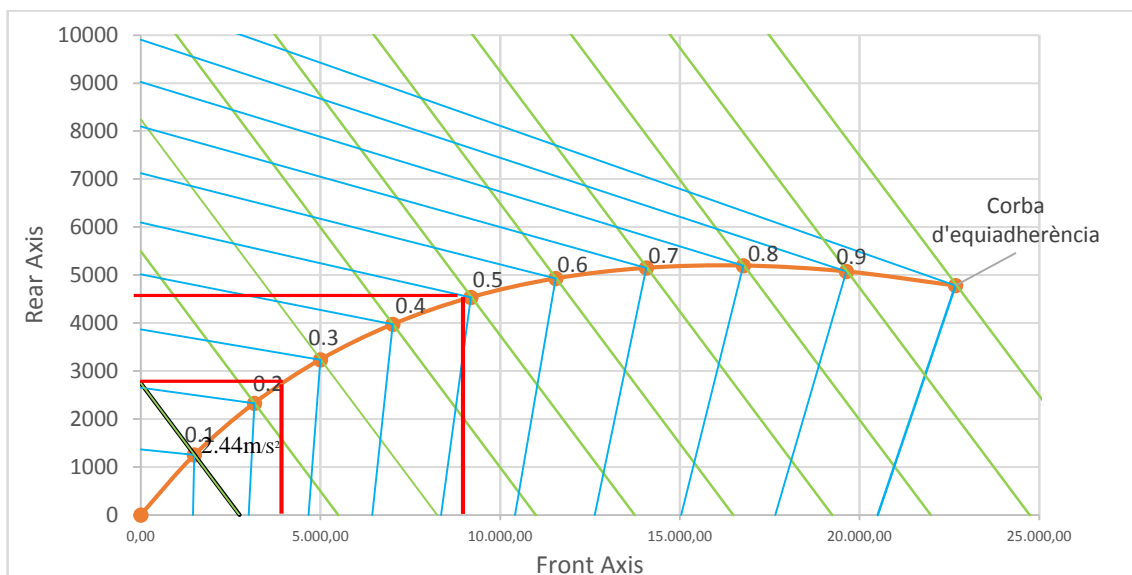


Figura 4.21: Gràfic d'adherència en relació amb el coeficient de fricció (Reglament R13h)

Partint de la dada de la desceleració mínima, i un cop es té el gràfic de les equiadherències, que ve definit per les masses del vehicle, la seva repartició en els dos eixos, i l'alçada del centre de gravetat(Vist en el punt 4.1.1),es troba la força necessària per a provocar-la.

Amb el gràfic realitzat en el punt 4.1.1 (Figura 4.6), i les taules de dades associades es troba el valor de força que s'haurà de produir entre les rodes i la superfície de contacte.



Els valors de frenada òptims són: 2793 N en l'eix posterior i 4033 N en el davant. En total= 6826 N

Figura 4.22: Gràfic d'equiadherència i ubicació del punt en 2.44 m/s²

Tenint dos pinces de fre davanteres i dues darrera, s'haurà de recorre a la relació d'esforços en una deceleració de 5 m/s² per a tenir una corba real de frenada apta per la situació en descarregat.

S'agafarà doncs la corba d'equiadherències (figura 4.22) en dita deceleració, per treure la relació d'esforços entre eixos, i així poder calcular el diàmetre dels cilindres necessari en cadascun.

	Ff _{fr}	Ff _{rr}
0.00	0.00	0.00
0.98	1,494.15	1,250.83
1.96	3,160.07	2,329.89
2.94	4,997.76	3,237.18
3.93	7,007.22	3,972.70
4.91	9,188.46	4,536.44
5.89	11,541.47	4,928.41
6.87	14,066.26	5,148.60
7.85	16,762.82	5,197.02
8.83	19,631.15	5,073.67
9.82	22,671.25	4,778.55

Figura 4.23: Valors d'esforços per a cada deceleració

$$\% \text{ esforços eix davant} = \frac{F_{f_{fr}}}{F_{f_{fr}} + F_{f_{rr}}} \cdot 100 = \frac{9188}{9188 + 4536} \cdot 100 = 67 \%$$

La relació de forces en màxima deceleració es del 67 % davant i el 33 % darrera (Figura 4.23).

Les forces en desceleració per a 2.44 m/s^2 es distribuïran en la mateixa proporció, quedant:

$$F_{frr} = 0.67 \cdot 6826 \text{ N} = 4570 \text{ N en l'eix anterior/2 rodes} \cdot \text{eix} = 2284 \text{ N} \cdot \text{Roda} \quad [19]$$

$$F_{frr} = 6826 - 4570 = 2256 \text{ N en l'eix posterior/2 rodes} \cdot \text{eix} = 1180 \text{ N} \cdot \text{Roda} \quad [19b]$$

Un cop trobada la Força necessària per frenar (Fig. 4.23) , ja es pot trobar la força que s'haurà de fer entre la pastilla i el disc. Utilitzant l'equació vista anteriorment s'obté la força necessària a la pinça de fre (Fig.24).

$$F_{fre} \cdot R_r = F_p \cdot R_d \quad [20]$$

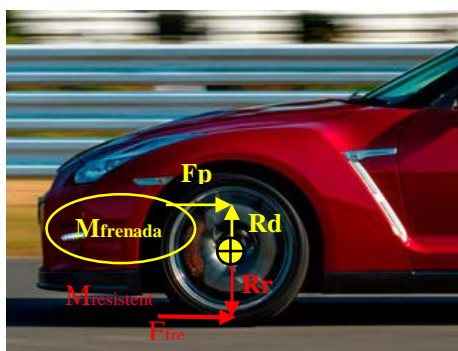


Figura 4.24: Diagrama Equilibri de forces en l'eix davanter

Aïllant la força a la pinça en l'equació [20]:

$$F_p = \frac{F_{fre} \cdot R_r}{R_d}$$

Amb els valors de frenada en cada roda, les forces a les pinces resultaran:

$$F_{p,d} = \frac{F_{fre,d} \cdot R_r}{R_d} = \frac{2284 \text{ N} \cdot 0.36 \text{ m}}{0.18 \text{ m}} = 4568 \text{ N}$$

$$F_{p,r} = \frac{F_{fre,r} \cdot R_r}{R_d} = \frac{1128 \text{ N} \cdot 0.36 \text{ m}}{0.18 \text{ m}} = 2256 \text{ N}$$

La força a la pinça serà funció de l'àrea dels cilindres de la pinça i la pressió:

$$F_p = n^\circ \text{ cilindres/eix} \cdot \text{Àrea cil.} \cdot \text{Pressió} \cdot 2 \quad [21]$$

Partint dels 500N al pedal de fre, amb un rati de pedal (Fig. 4.25),que normalment oscil·la entre els 3 i 4 cops el producte de la força aplicada. Suposant un valor mig de 3.5 :

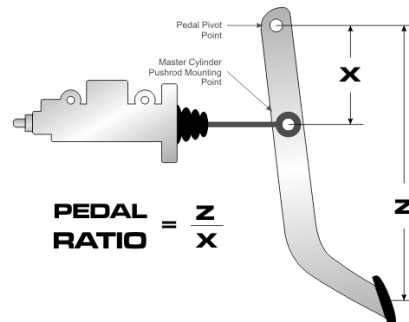


Figura 4.25: Relació explatiu del rati de pedal

L'esforç al cilindre mestre serà de $500 \text{ N} \cdot 3.5 = 1750 \text{ N}$

Aquests 1750 N es distribuïran en la superfície del cilindre donant com a resultat una pressió al circuit (Fig.4.25):

$$\text{Pressió circuit} = \frac{\text{Força pedal} \cdot \text{Rati pedal}}{\text{Àrea cilindre mestre}} \quad [22]$$

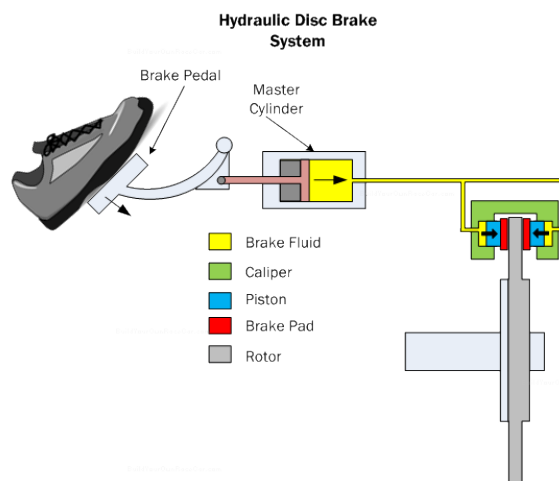


Figura 4.26: esquema transmissió de forces a través del circuit de frenada

Agafant per exemplificar el cas, una Cilindre mestre (Fig. 4.26) amb valors habituals de diàmetre de 15/16", equivalent a 23.8 mm:

La superfície del cilindre serà : $\pi \cdot 23.8^2/4 = 444.88 \text{ mm}^2$

$$\text{Pressió circuit} = \frac{1750 \text{ N}}{444.88 \text{ mm}^2} = 3.93 \text{ Mpa}$$

Amb el valor de la pressió del circuit amb un esforç en pedal de 500N, ja es poden incloure els valors de les expressió [20] amb el valor de la pressió resultant de l'expressió [22], podent finalment trobar el diàmetre mínim de cadascuna de les pinces.

$$F_{p,d} = \frac{F_{fre,d} \cdot R_r}{R_d} = \frac{2730 \text{ N} \cdot 0.36 \text{ m}}{0.18 \text{ m}} = 4568 \text{ N} \quad [20]$$

$$F_{p,r} = \frac{F_{fre,d} \cdot R_r}{R_d} = \frac{341.25 \text{ N} \cdot 0.36 \text{ m}}{0.18 \text{ m}} = 2256 \text{ N} \quad [20b]$$

$$F_p = n^{\circ} \text{cilindres/eix} \cdot \text{Àrea cil.} \cdot \text{Pressió} \cdot 2 \quad [21]$$

$$\text{Pressió circuit} = 3.93 \text{ MPa} \quad [22]$$

Amb el càlcul de l'àrea:

$$\text{Àrea} = \left(\frac{\emptyset_{\text{cil}}^2}{4} \right) \pi \quad [23]$$

On aïllant el diàmetre s'obté l'expressió:

$$\emptyset_{\text{cilindre en cada pinça}} = \sqrt{\frac{F_{p,d} \cdot 4}{n^{\circ} \text{ cilindres} \cdot \text{Pressió} \cdot 2 \cdot \pi}} \quad [24]$$

Així doncs:

$$\emptyset_{\text{cil.pinces davanteres}} = \sqrt{\frac{4568 \cdot 4}{1 \cdot 3.93 \cdot 2 \cdot \pi}} = 27.74$$

$$\emptyset_{\text{cil.pinces posteriors}} = \sqrt{\frac{2256 \cdot 4}{1 \cdot 3.93 \cdot 2 \cdot \pi}} = 13.6 \text{ mm.}$$

Sempre que els diàmetres en les pinces d'ambdós eixos siguin més grans que els calculats, complirà el requeriment de l'apartat [2.2 de la Normativa R13h](#) i es produirà com a mínim.

S'escolliran doncs segons les mides normalitzades en el mercat de fabricants de pinces.

En aquest cas el diàmetres han donat valors molt petits, cosa que ens fa pensar que el diàmetre dels discs està sobre dimensionat. S'hauria d'estudiar tèrmicament la capacitat dels mateixos, i la possibilitat de reduir-ne el diàmetre.

Tant mateix, també s'haurà de contemplar que en la situació de descarregat (Fig. 4.27), el vehicle tindrà excés de frenada a l'eix posterior. Per evitar això, i que per a que els sistemes ABS (Anti Block System) i l'EBD (Electronic Brake Distribution), no estiguin intervenint massa sovint, en vehicles amb molta capacitat de càrrega, es munten vàlvules reguladores de pressió.

Actuen limitant-la a l'eix del darrera en casos de descarregat i evitar el bloqueig a l'eix posterior (línies negres discontinues). Aquestes a demés tenien cert marge de seguretat, comptant amb possibles situacions de baixa adherència ($0.6 < k < 0.8$).

En el present treball no s'entrarà a explicar-les tot i la seva importància, degut a que avui dia, els sistemes de control electrònic esmentats ja eviten les situacions de bloqueig de les rodes posteriors i el repartiment de la força en elles, sempre que parlem de vehicles comercials amb capacitats de càrrega normals.

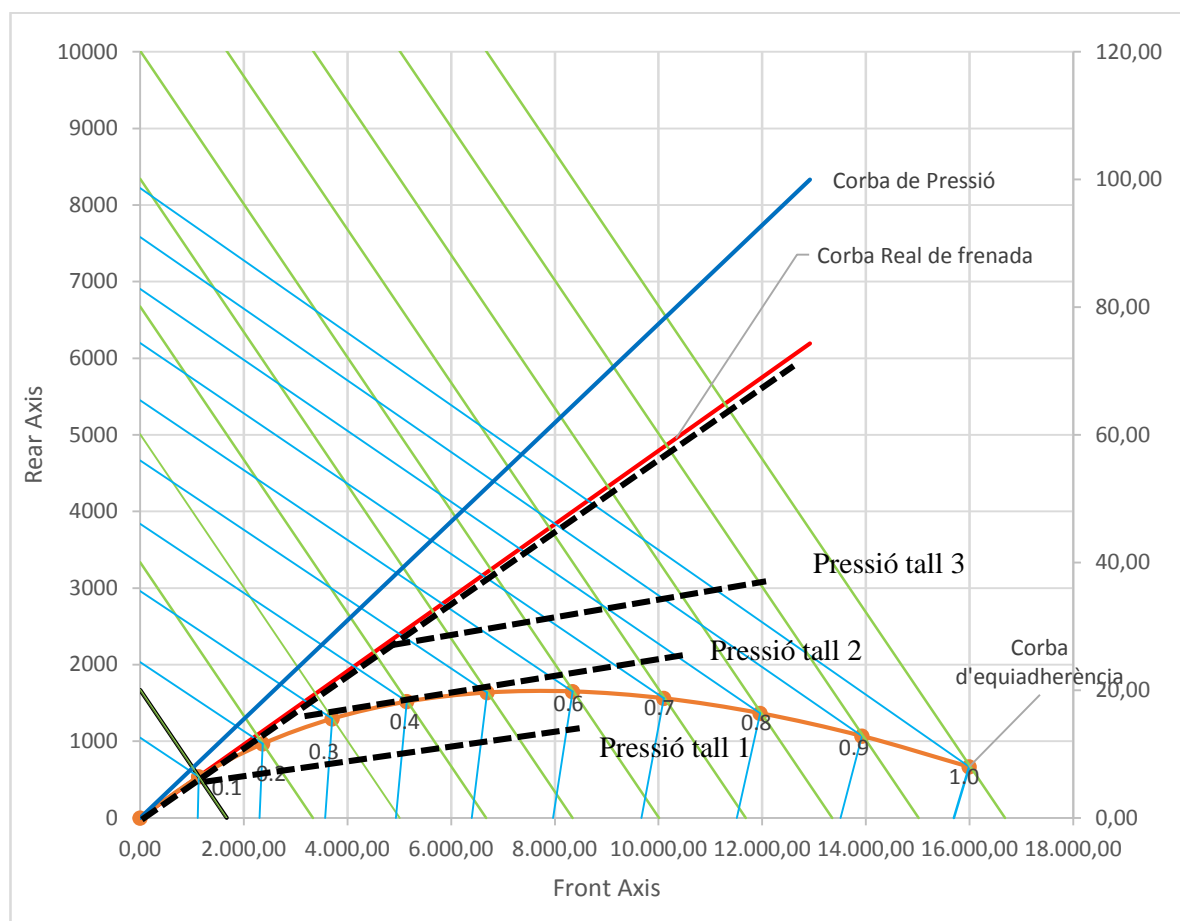


Figura 4.27: Corba adherències en descarregat i punts de tall del regulador

5.-NORMATIVA I TIPOLOGIA DE PROVES

S'ha de diferenciar entre el que seran proves de validació de frens i les d'homologació.

Les primeres tindran en compte els factors de rendiment, capacitats tèrmiques i disseny que tenen a veure també amb filosofia de Marca.

Les segones referiran als mínims requisits recollits i regulats per la normativa vigent en cada regió i/o país.

En el present treball es focalitzarà principalment en la reglamentació Europea per a vehicles de passatgers, recollida en el document R13e que es pot consultar a la pàgina de la [UNECE \(Comissió Econòmica Europea de les Nacions Unides\)](#).

En el cas de turismes o vehicles d'ús industrial s'aplicarà diferent criteri o annex del reglament.

Les descripcions i aplicació de criteri d'acord al reglament seran:

Turismes (M1): Vehicles d'almenys quatre rodes per al transport de no més de vuit passatgers (exclòs el conductor). Es regirà per l'annex (h) del reglament R13, que és més exigent.

Vehicles industrials (N1): Vehicle d'almenys quatre rodes, dissenyat i fabricat per al transport de mercaderies, i que la seva massa no sobre passi els 3500 kg.

5.1-VALIDACIONS SEGONS NORMATIVA

El reglamenten R13hr3e [11](#), recull els requeriments mínims que un sistema de frenada a de complir. Segons la categoria del vehicle i les seves particularitats , estarà sotmès a uns mínims determinats.

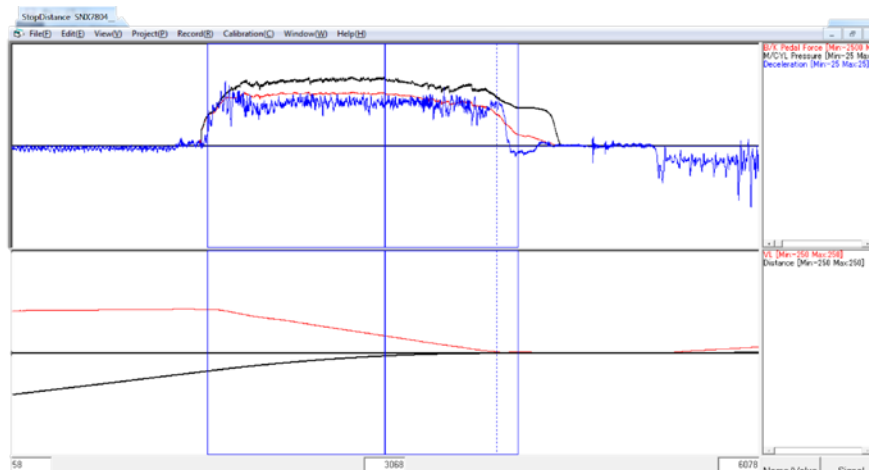


Figura 5.1: gràfica d'assaig de mesura de distància

No	Use	Velo.at K_On(km/h)	Rule Velo.at K_On(Km/h)	Rule Velo.at K_Off(Km/h)	Distance.(m)	Correction Dist.(m)	decel. calc. starting	decel. calc. terminal	Decel. in Stop-Dist.	Free Run Time(s)	G
1	Use	105.056	100	5	44.38192	40.3024	105.056	4.953303	9.572692	0.04625	117.0824
2	Use	105.2638	100	5	45.53569	41.18749	105.2638	4.974747	9.366982	0.06375	97.51447
3	Use	108.1103	100	5	47.30671	40.56105	108.1103	4.974526	9.511649	0.06875	74.69598
4	Use	106.9595	100	5	45.96467	40.26479	106.9595	4.973824	9.581634	0.04875	108.1584
5	Use	107.82	100	5	46.80967	40.35187	107.82	4.978309	9.560957	0.0475	96.83241
6	Use	107.243	100	5	47.85508	41.69827	107.243	4.954296	9.252241	0.05375	107.1001
7	Use	107.0358	100	5	46.9571	41.07521	107.0358	4.967623	9.392588	0.065	103.1718
8	Use	106.5902	100	5	46.38112	40.91296	106.5902	4.993619	9.429835	0.05125	76.36707
9	Use	106.5322	100	5	47.04215	41.54137	106.5322	4.994599	9.287188	0	48.42227
10	Use	106.994	100	5	45.59213	39.91349	106.994	4.998738	9.665968	0.04625	87.6978
11	Use	107.2694	100	5	46.3505	40.36791	107.2694	4.971107	9.557157	0.045	79.59839
12	Use	106.3869	100	5	47.03613	41.64991	106.3869	4.996557	9.262985	0.055	78.1023

Figura 5.2: Taula de resultats d'assaig de mesura de distància

5.1.1Type 0 :

Consta de tres parts diferenciades: Fre de servei (Service Brake), el d'Emergència (Emergency Brake) i el d'Estacionament (Parking Brake).

Els requeriments mínims es recullen en la pàgina 38, del reglament:

2.1. Service braking system

2.1.1. The service brakes shall be tested under the conditions shown in the following table:

(A) Type-0 test with engine disconnected	v	100 km/h
	s ≤	0.1 v+0.0060 v ² (m)
(B) Type-0 test with engine connected	d _m ≥	6.43 m/s ²
	v	80% v _{max} ≤ 160 km/h
	s ≤	0.1 v+0.0067 v ² (m)
	d _m ≥	5.76 m/s ²
	f	6.5 - 50 daN

Where:

v = test speed, in km/h

s = stopping distance, in metres

d_m = mean fully developed deceleration, in m/s²

f = force applied to foot control, in daN

v_{max} = maximum speed of the vehicle, in km/h

Figura 5.3: Exemples de requeriments recollits en norma R13h Pàg.38

Les proves en Fre de Servei i Frenades d'emergència i les de fré d'estacionament en pendent del 12% (Figura 5.4), es duen a terme en condicions de carregat GVW (Gross Vehicle Weight) i descarregat DOW (Driver only weight).

TEST			SPEED / SLOPE	REQUIREMENT	DOW	GVW	Jud.
			[km/h] - [%]	m fdd / Dist / P. Eff [m/s ²] / [m] / [N]	[m/s ²] / [m] / [N]	[m/s ²] / [m] / [N]	
TYPE 0	Service Brake	Neutral	80	$\geq 5,00 / \leq 61,2 / \leq 700$	7,99/42,1/97 Graph 1	7,29/44,0/111 Graph 2	OK
		Unbraked Trailer ⁽¹⁾	---	$\geq 5,00 / --- / ---$		5,50/ --- / ---	
		Gear	120 (80%Vmax)	$\geq 4,00 / \leq 157,1 / \leq 700$	6,17/97,5/75 Graph 3	7,08/86,1/116 Graph 4	OK
			100 (55%Vmax)	$4,00 / \leq 111,7 / \leq 700$	6,4/71,1/69 Graph 5	6,11/71,0/87 Graph 6	
			55 (30%Vmax)	$4,00 / \leq 37,4 / \leq 700$	5,8/24,0/72 Graph 7	5,79/23,1/96 Graph 8	
	Emergency	ABS Failure Neutral	70	$\geq 2,20 / \leq 121,8 / \leq 700$	6,48/35/77 Graph 9	7,03/32,2/114 Graph 10	OK
		Circuit failure 1 (FR – RL) Neutral			5,72/42,6/284 Graph 11	4,57/51,5/202 Graph 13	OK
		Circuit failure 2 (FL – RR) Neutral			5,61/44,8/230 Graph 12	4,54/50,7/184 Graph 14	
		Booster Failure Neutral			4,00/58,8/478 Graph 15	3,99/58,2/622 Graph 16	OK
	PKB	Dynamic	30	$\geq 1,50 / --- / \leq 600$		2,67/14,5/179 Graph 17	OK
		Slope	↗ 18%	--- / --- / ≤ 600		175 / 131 Graphs 18 & 19	OK
			↘ 12% ⁽²⁾	--- / --- / ≤ 600		216 / 182 Graph 20 & 21	OK

Figura 5.4: Taula resum d'assajos Type0

Cascun d'ells està normalitzat i limitat d'acord a la normativa.

Els punts a controlar son varis dependent de la característica del sistema que es mesuri, i també variaran segons el tipus d'assaig. Així com un assaig de rendiment del sistema de frens de servei i el d'emergència, avalua la distància de frenada i n'estableix uns mínims dependent del tipus de vehicle i les seves característiques.

El fre d'estacionament avalua la capacitat de mantenir la condició estàtica en una pendent.

5.1.2 -Type 1 :

Fade test and recovery (Figura5.5): Assaig tèrmic en el que es comprova l'evolució del sistema amb l'increment de la temperatura.

Consta de 15 frenades repetitives en un interval de temps i de velocitats, determinats per la màxima velocitat assolible per el vehicle (des de 120km/h fins a 60km/h en l'exemple), i una desceleració de 3 m/s².

Després d'això, i per últim, una altra frenada (des de 80 km/h en l'exemple) a velocitat zero y fins a 5 m/s², per a comprovar la possible pèrdua del sistema amb la temperatura i poder-ho comparar amb el sistema a temperatura de treball considerada freda, entre 70°C i 100 °C . (Assaig Tipus 0)

TYPE 1	FADE TEST	Hot performance	80	$\geq 0,8 \cdot 5,00$ and $\geq 0,6 \cdot 7,29$ $1 \leq 73,51 \leq 111$	$\geq 4,37 / \leq 76,51$ 111	4,72/55,2/97 Graph 22	OK
--------	-----------	-----------------	----	---	-----------------------------------	--------------------------	----

Figura 5.5: Taula resum d'assajos Type 1 "Fade Test"

Seqüència per a l'assaig Fré de servei en ABS i Jaso Fade :

Brake temp (°C)	Velocity (km/h)	Pedal force(N)	Gear position	Weight	time s	
	N1 category	N1 category				
≤100	80	Until ABS operation	N		6	Tipus 0 Service
	80	Until ABS operation	N		6	
	54	Until ABS operation	D		6	
	120	Until ABS operation	D		6	
	70	Until ABS operation	N		6	
	70	Until ABS operation	N		6	
	70	Until ABS operation	N		6	
	70	Until ABS operation	N		6	
≤100	80	Until ABS operation	N		6	
	80	Until ABS operation	N		6	
	54	Until ABS operation	D		6	
	120	Until ABS operation	D		6	
	70	Until ABS operation	N		6	
	70	Until ABS operation	N		6	
	70	Until ABS operation	N		6	
	70	Until ABS operation	N		6	
1st brake ≤100	120⇒60 15 times	3.0 m/s ²	D		15	Tipus 1 (Jaso Fade)
—	80 ⇒ 0 3 times	Until ABS operation	N		3	

Figura 5.6: Taula resum d'assajos Type 0 i Jaso Fade

Assajos part emergència i/o ABS(Figura 5.7):En aquest apartat s'evalúen les capacitats del sistema d'emergència a la frenada, i el sistema secundari² en cas de fallada en alguna par del circuit.

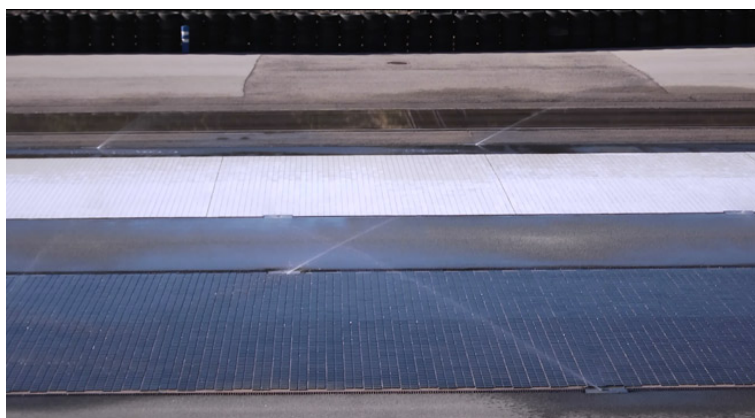
Per a la realització d'aquestes proves serà necessària la utilització de superfícies de baixa adherència. A les instal·lacions on es realitzen les proves hi ha diferents paviments lliscants.

No	item		Road surface	Brake tempe rature (°C)	Velocity (km/h)	Pedal force(N)	Gear position	Weight (kg)	Times
1	K value		Basalt	≤100	50	Until ABS operation	N		3
3	KH value		Dry asphalt (μ split)		50	Until ABS operation	N		3
5	KL value		Basalt (μ split)		50	Until ABS operation	N		3
7	ε value		Basalt		55	Until ABS operation	N		5
8	ZAL value		Dry asphalt (μ split)		55	Until ABS operation	N		5
9			Basalt (μ split)		55	Until ABS operation	N		5
10	Additional check		Basalt		40	Until ABS operation	N		3
11					120	Until ABS operation	N		3
12	Additional check		High μ→Low μ		40	Until ABS operation	N		3
13	Additional check		Low μ→High μ		50	Until ABS operation	N		3
14	Additional check(LH low μ)		μ split		55	Until ABS operation	N		5
15	Additional check(RH low μ)				55	Until ABS operation	N		5
16	K value		Dry asphalt		50	Until ABS operation	N		3
18	ε value				55	Until ABS operation	N		5
19	Additional check				40	Until ABS operation	N		3
20					120	Until ABS operation	N		3
21	K value			Basalt	50	Until ABS operation	N		3
23	KH value		Dry asphalt (μ split)	50	Until ABS operation	N		3	
25	KL value		Basalt (μ split)	50	Until ABS operation	N		3	
27	ε value		Basalt	55	Until ABS operation	N		5	
28	ZAL value		Dry asphalt (μ split)	55	Until ABS operation	N		5	
29			Basalt (μ split)	55	Until ABS operation	N		5	
30	Additional check		Basalt	40	Until ABS operation	N		3	
31				120	Until ABS operation	N		3	
32	Additional check		High μ→Low μ	40	Until ABS operation	N		3	
33	Additional check		Low μ→High μ	50	Until ABS operation	N		3	
34	Additional check(LH low μ)		μ split	55	Until ABS operation	N		5	
35	Additional check(RH low μ)			55	Until ABS operation	N		5	
36	K value		Dry asphalt	50	Until ABS operation	N		3	
38	ε value			55	Until ABS operation	N		5	
39	Additional check			40	Until ABS operation	N		3	
40				120	Until ABS operation	N		3	
41	Additional check			High μ→Low μ	≤100	120	Until ABS operation	N	
42	Additional check		High μ→Low μ	≤100	120	Until ABS operation	N		3

Figura 5.7: Taula resum d'assajos d'ABS

Es sotmet el sistema a canvis entre dues adherències diferents, “mu (μ)-Split”, tant les quatre rodes, com amb cada costat del vehicle i en cada eix, en una adherència diferent.

En el mètode actual es mesura la màxima descel·leració que provoca el sistema. Anteriorment, simplement amb que assolís la descel·leració mínima es donava per bo.



En la imatge es pot veure una pista de frenada, concretament les que es troben en les instal·lacions d'[Idiada](#).

La superfície més fosca, està formada per peces de Basalt, la del mig és d'asfalt, i la blanca de peces ceràmiques.

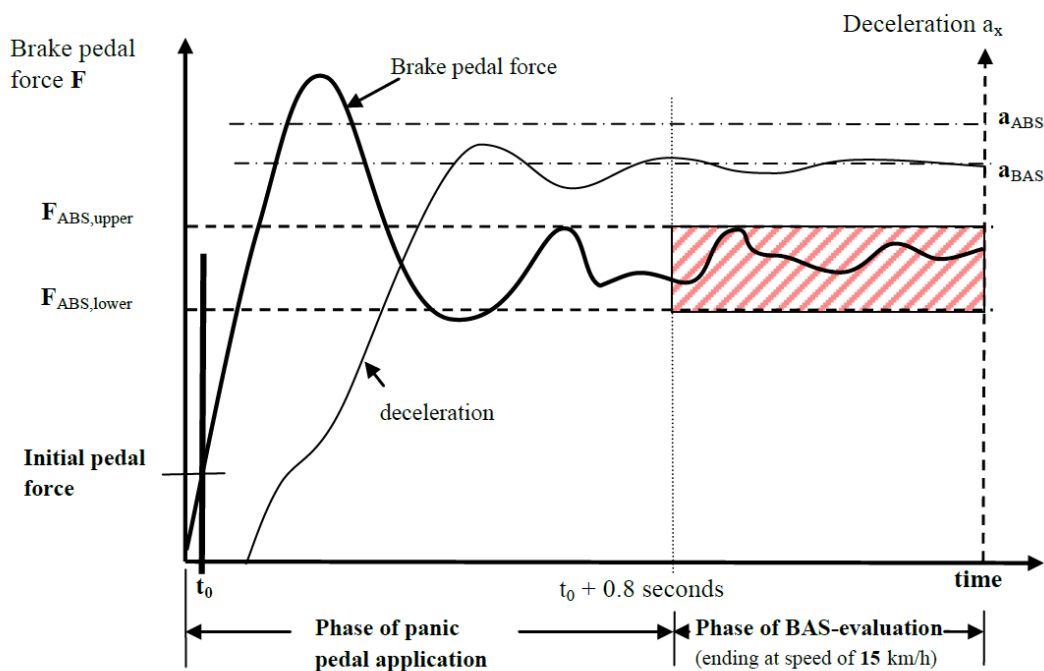
Per reduir encara més l'adherència, les superfícies es mullen.

En el [Quadre Coeficients adherència Asfalt](#) es poden apreciar les diferents adherències de manera general depenent del material, i si està mullat.

5.1.3 SISTEMA "BAS". BRAKE ASSIST SYSTEM

En els vehicles que disposin del sistema d'assistència també hauran de sotmetre's a una validació per veure si aconsegueixen els requeriments de la norma.

Example of test 2 of a category "B" BAS system



El sistema es basa en, un cop activat l'ABS per aplicació del pedal i arribat a pressió de màxima desceleració, en que les rodes davanteres bloquegen, es suposa la situació de que la força exercida per l'usuari per a produir aquest bloqueig baixi. Davant aquesta situació sistema ha de ser capaç de proveir per si mateix, la pressió per a que es mantingui la desceleració entre un 50% i un 70% quan l'ABS està activat.

Per a donar una idea dels requeriments que ha d'acomplir el sistema, aquest ha de satisfer que:

Un cop s'activa l'ABS, i tot i que la força al pedal de fre es redueixi en valors entre el 50% i el 70% de la força en la situació inicial, el sistema ha de continuar mantenint la pressió al circuit per a que segueixi actuant l'ABS. En aquestes condicions la desceleració també ha d'estar com a mínim en un 85% o més, que el valor de desceleració inicial.

No	item	Road surface	Brake temp(°C)	Velocity (km/h)	Pedal force(N)	Gear position	Weight	Times
1	BAS non operation test	Dry asphalt	100	100	BAS non-operation depressing Depress for 2±0.5 s until reaching 4 wheel ABS full cycle	N		5
2	BAS operation test	Dry asphalt	100	100	spike stop untill ABS operation.	N		5

Figura 5.8: Taula resum d'assajos d'ABS

5.2. ASSAJOS DE VALIDACIÓ SEGONS CONSTRUCTOR

Un cop superats tots el requeriments de frenada recollits en la norma del país o regió (R13h a Europa), i tenint en compte que aquests estableixen l'eficàcia mínima del sistema en les diferents condicions de funcionament. El sistema i els seus paràmetres es validen en d'acord amb "política" del fabricant en quant a particularitats en l'actuació dels diferents sistemes implicats, i per tant del comportament del vehicle. També es regulen i sotmeten a control, la totalitat dels sistemes per a que el rendiment es vegi millorat d'acord a unes exigències majors en comparació a la normativa d'homologacions que estableix els mínims imprescindibles.

Això és així, de cara al posicionament del mercat i del comportament que s'espera d'acord a pautes i la Norma interna del fabricant, sempre que en tingui.

Per motius de confidencialitat, no es donaran detalls ni característiques dels sistemes, però si una breu explicació del paràmetre o comportament que s'estudia.

Stopping Distance: Distància mínima de frenada. Es el punt més important de cara a les comparatives amb altres fabricants de vehicles.

Jaso Fade : Assaig amb la mateixa base teòrica que en el d'homologacions, però més restrictiu. Es limita la temperatura màxima, el recorregut de pedal i la força màxima al pedal.

Brake Feeling: Estableix una sèrie de condicions d'assaig (velocitat, desceleració, velocitat d'aplicació de pedal, temperatures en els diferents components, casos de fallada de diferent elements, etc.) per avaluar la resposta del sistema.

Assajos tèrmics: Avalua la resposta i capacitat tèrmica, i que es correspongui amb el prescrit i dintre de les toleràncies marcades.

Sorolls: Tenen un paper molt important. Tot i que a priori no pugui semblar-ho, els factors climàtics de cada zona, poden produir efectes no desitjats i molestos. Per aquest motiu es realitzen proves en gran diversitat de llocs arreu del món.

S'utilitzaran micròfons i equips molt sensibles per localitzar i estudiar la varietat de resultats que es poden donar.

Vibracions: Hi ha proves específiques, on es busquen les pitjor condicions que puguin afavorir l'aparició del fenomen, encara que a vegades es poden donar vibracions en altres assajos que no tenen aquest objectiu.

En aquest cas, els acceleròmetres i la seva instal·lació en diferents punts del vehicle, permeten quantificar y localitzar l'aparició de les no desitjades vibracions.

Fatiga: Es realitzen primer en bancs de frenada, on es comproven els components sense estar muntats al vehicle.

Després i quasi únicament en l'etapa inicial de desenvolupament es validen en el vehicle i en diferents condicions.

Al llarg de la fabricació d'un producte s'hi produeixen canvis i reduccions de costos. Es podran tornar a realitzar els assajos si l'element en qüestió és pot veure afectat.

Sensors de temperatura, galgues extensiomètriques; són alguns dels sensors que poden intervenir en aquest tipus d'assaig.

Comportament dinàmic durant la frenada: Avalua que el comportament dinàmic del vehicle durant la frenada, compleixi els requisits, sempre més exigents que els d'homologació, que es marquen per part del fabricant.

Cas de mal funcionament o fallada en el sistema: Es provoquen situacions de fallada i com en els altres assajos, el resultat ha d'estar d'acord a norma.

5.3 ASSAJOS ORIENTATS A POSICIONAMENT DE MERCAT.

Dins el camp dels constructors, hi ha diversos aspectes dintre del que s'anomena estratègia de mercat.

El Valor Capital de Marca: Cada fabricant intenta transmetre amb els seu producte una sèrie de senyes d'identitat, i unes qualitats, amb les que espera que part dels potencials clients s'hi vegin identificats.

Per aconseguir-ho el posicionament comercial i mediàtic es fonamental



Figura 5.9: Exemple de Piràmide dels valors Marca

Bench Marking: És una practica molt comú entre marques, i es que, la millor manera de conèixer els rivals, és estudiant-los.

AMS “Auto Motor und Sport”: Realitzat per una publicació en revista d'Alemanya. Es mesura la distància de frenada d'acord a un procediment i en unes condicions concretes.

Es realitza amb les pastilles en fred, i en calent. Mesurant en ambdós casos la distància de frenada del vehicle.

Condició de càrrega: dos ocupants seients davanters.

Es tenen en compte la primera i la última frenada de les 10 totals.

ADAC (General German Automobile Club): D'una altra revista Alemanya destinada als associats del que és el segon club de l'automòbil més gran del món amb 18 milions de membres.

Condició de càrrega: $(\text{Tara} + \text{Pes màxim autoritzat})/2$

6. DE LA GRÀFICA AL RESULTAT

Com a resultat obtingut i enregistrat en l'equip, s'obtenen les dades dels paràmetres mesurats (Fig.5.10). Hi ha infinitat de programes informàtics que permeten l'enregistrament, la visualització en entorn gràfic i la possibilitat d'exportar el conjunt de les dades en arxius de diferents formats per al seu posterior processament.

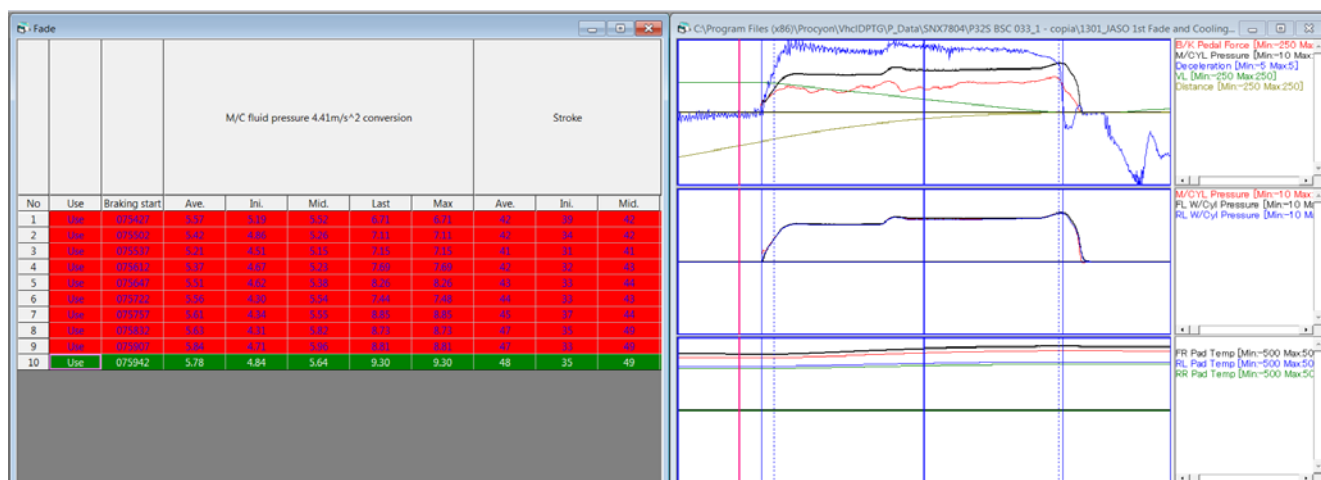


Figura 5.10: Gràfiques i taules de resultats d'assaig

Per aquest processament, i contextualitzant-ho dintre del que podria ser qualsevol activitat tècnica; ja sigui d'assajos, o un llarg etcètera d'aplicacions i camps d'estudi, es requereixen d'una o més aplicacions informàtiques que facilitin la feina diària en tasques de càlcul repetitives i amb uns volums de dades grans.

Al mateix temps, i seguint en l'objecte en el que es centra el present treball. Amb l'automatització de tasques en l'anàlisi de dades per a la presa de conclusions, completaria el que es pot anomenar "cicle" d'un procés, de desenvolupament d'un sistema de frens, en aquest cas o si més no la part analitzada comptant amb que els resultats obtinguts estiguin dintre del desitjat.

6.1- EINA D'AUTOMATITZACIÓ DE CÀLCULS

Per tal de facilitar el que podria ser una tasca molt habitual en el dia a dia, s'ha fet un petit programa dintre de l'eina del MS Excel (Fig. 6.1), i que treballa amb llenguatge [VBA](#) (Visual Basic for Applications).

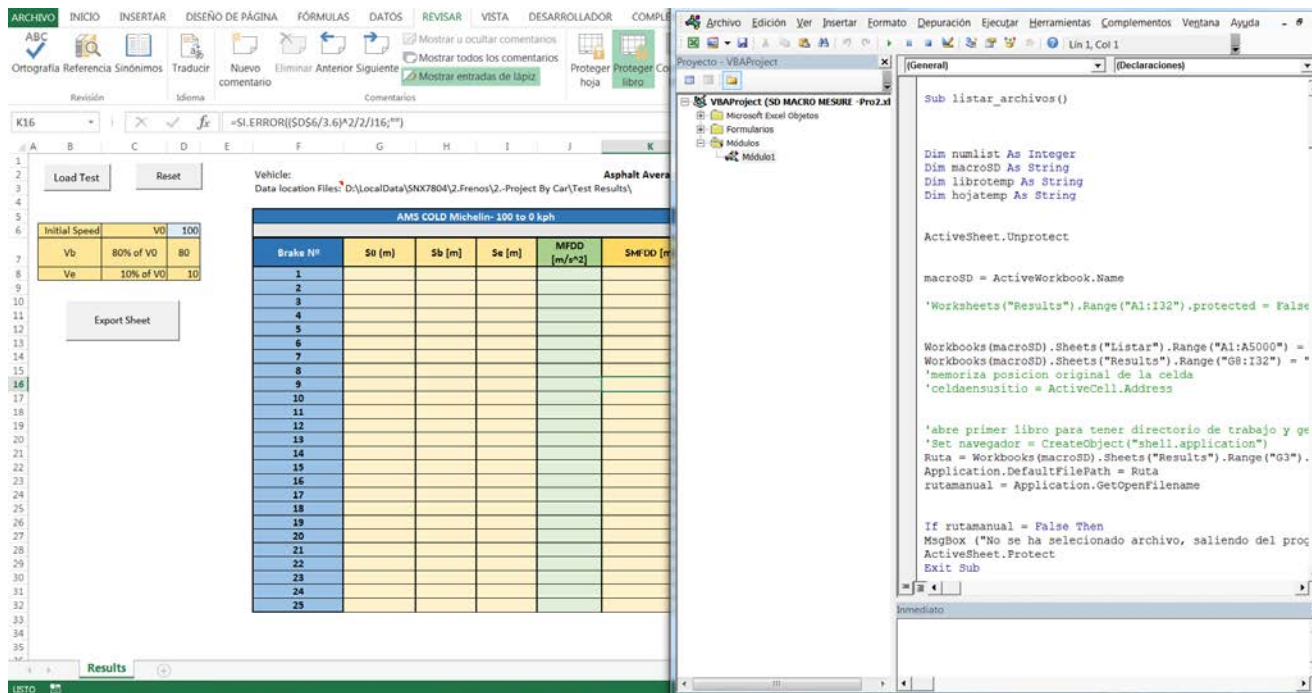


Figura 6.1: Eina informàtica amb l'entorn de programació de Macros

Visual Basic

Com a introducció, Visual Basic és el llenguatge de programació natiu de Windows que s'empra per a construir aplicacions en l'entorn d'aquest sistema operatiu. Es troba dins de totes les eines de Microsoft Office com puguin ser Word, Excel, PowerPoint, Access i Outlook.

Quan es treballa dins d'alguna d'aquestes aplicacions, s'anomena llenguatge de macros VBA. La diferència principal entre el VB i el VBA radica, en que aquest últim només es pot compilar amb el programa que el conté (Excel, Word...) i l'altre pot fer-ho fora d'aquest i amb utilitats sense estar limitades a l'entorn de les eines MS Office.

És un llenguatge orientat a objectes i de dificultat reduïda. A més de poder considerar aquest avantatge, el fet que sigui natiu de Windows, permet obtenir informació del sistema que poden resultar molt útils.

S'ha escollit aquest llenguatge per la relativa baixa dificultat, l'alta productivitat i l'ús estès del sistema operatiu de Windows.

6.2 CONSTRUCCIÓ DEL PROGRAMA

Els punts importants que s'han de tenir en compte a l'hora de fer una eina d'automatització són:

- Procés que es vol automatitzar:

-S'automatitzarà el càlcul de la distància que recorre el vehicle, des de una determinada velocitat fins una altra. Posteriorment a partir d'aquest primer valor, se n'obtidran d'altres derivats d'aquests, com s'ha vist a la part dels càlculs analítics.

- Rendibilitat del temps invertit en el desenvolupament de l'eina i els cops que aquesta s'utilitzarà:

-Tant en homologació, com el assajos ADAC i SD, hi ha la mesura de la distància de frenada en diferents condicions.

S'estima un temps invertit en l'elaboració del programa d'unes 10 hores.

El temps d'anàlisi per assaig pot anar des de els 15 minuts en els més curts. 5 frenades, fins uns 20 el més llarg, d'unes 15 frenades.

Tenint en compte que al cap de l'any, es poden acabar realitzant prop d'uns 60 assajos que requereixin d'aquestes mesures i fent el càlcul de la mitja del temps necessari per a fer-ne els càlculs.

$$\text{Temps total} = 60 \text{ assajos} \times \frac{12.5 \text{ minuts}}{\text{assaig}} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minuts}} = 12.5 \text{ hores anuals}$$

$$\text{Temps mig per assaig} = (20+5)/2 = 12.5 \text{ minuts}$$

- Complexitat acord amb els coneixements de la persona que ha de fer l'eina:

-La complexitat en els càlculs de l'assaig és molt reduïda. La dificultat estiva en el llenguatge de programació en si. Cridar les funcions, i trobar una mecànica o lògica en el funcionament de la macro, el més senzilla possible.

- Tipus de dades i funcions que es tractaran i correcta elecció del llenguatge de programació i funcionalitat de l'eina.

-Les dades que es tractaran vindran en la majoria de casos d'un sol programa mare, amb el format que permeti aquest.

Donat que per l'anàlisi principalment es necessiten obtenir els càlcul dels paràmetres desitjats, tots els valors venen en format numèric, i es treballa en la memòria local de l'ordinador, no caldran varis llenguatges de programació ni d'aplicacions més complexes. Com podrien ser, en sistemes connectats a

xarxa, amb operatives orientades a servidors o bases de dades, o un altre exemple seria amb entorn gràfic elaborat en el cas de requerir simulacions i renderitzats.

Un cop s'entenen i es tenen en consideració els punts anteriors. El següent passarà per començar el procés de construcció de l'eina.

1.-Com s'ha comentat abans, el programa ens permet exportar els assajos realitzats (Figs.6.2 i 6.3). La opció del programa actual passa per convertir a arxius amb extensió per a MATLAB (“Taff Mat”) i l'altra en extensió delimitada per comes (“.CSV”).

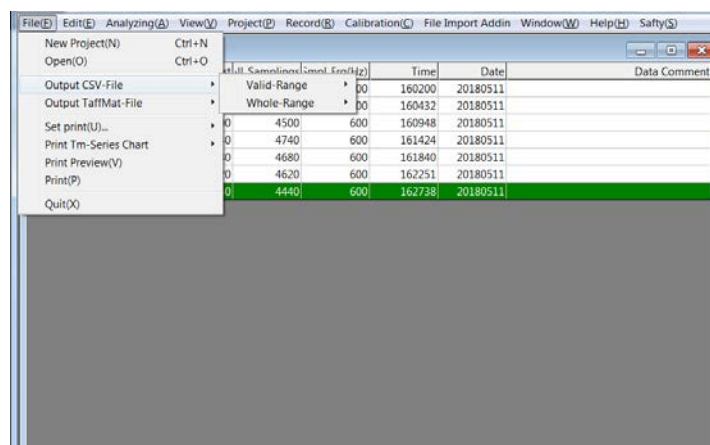


Figura 6.2: Exportació de dades fora del programa d'enregistrament

Es treballarà amb els “.CSV”. A partir d'aquest punt, qualsevol característica d'organització i format de l'arxiu és rellevant de cara al següent punt.

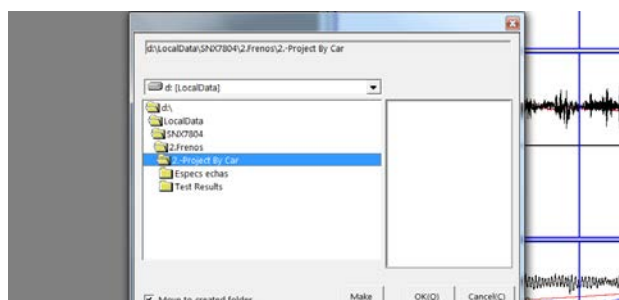


Figura 6.3: Selecció de la carpeta destí d'exportació de dades fora del programa

2.-Un cop tenim els arxius a la carpeta desitjada (Fig.6.4), ja es poden obrir per veure el format i distribució de la informació, dins el mateix.

Name	Date modified	Type	Size
20180511160200	11/05/2018 16:27	Microsoft Excel Comma Separated Values File	383 KB
20180511160432	11/05/2018 16:27	Microsoft Excel Comma Separated Values File	380 KB
20180511160948	11/05/2018 16:27	Microsoft Excel Comma Separated Values File	388 KB
20180511161424	11/05/2018 16:27	Microsoft Excel Comma Separated Values File	406 KB
20180511161840	11/05/2018 16:27	Microsoft Excel Comma Separated Values File	401 KB
20180511162251	11/05/2018 16:27	Microsoft Excel Comma Separated Values File	397 KB
20180511162738	11/05/2018 16:27	Microsoft Excel Comma Separated Values File	381 KB
DPA_MIN_AVG	11/05/2018 17:06	DAT File	1,114 KB
weather	11/05/2018 17:13	Text Document	994 KB
weather	11/05/2018 17:33	Microsoft Excel Worksheet	906 KB

Figura 6.4: Arxius un cop exportats

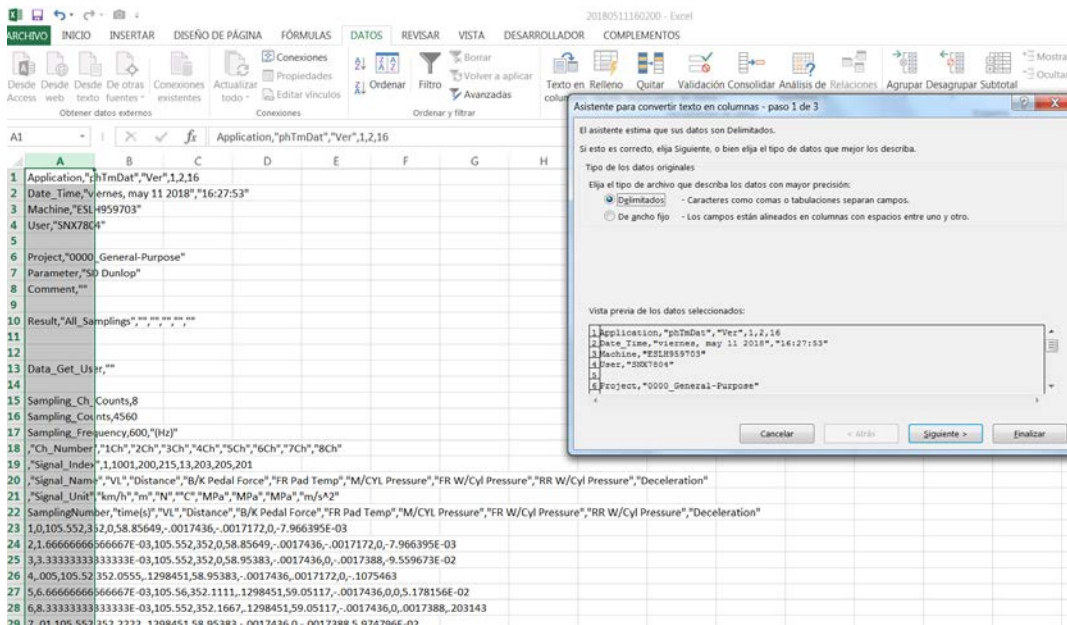


Figura 6.5: Primer pas en obrir l'arxiu

3.-Quan s'obre l'arxiu, s'haurà d'ajustar el format (Fig.6.5), i definir-lo per a la visualització, passant el format de text a columnes, delimitat per comes (Fig.6.6).

20180511160200 - Excel															
ARCHIVO INICIO INSERTAR DISEÑO DE PÁGINA FÓRMULAS DATOS REVISAR VISTA DESARROLLADOR COMPLEMENTOS															
Desde web text fuentes Obtener datos externos Conexiones Actualizar todo Editar vínculos Conexiones Ordenar Filtro Avanzadas Texto en Relleno columnas rápido Quitar Validación Consolidar Análisis de hipótesis Agrupar Desagrupar Subtotal Esquema															
A1	Application														
1	Application	phTmDat	Ver	1	2	16									
2	Date_Time	viernes, may 1	16:27:53												
3	Machine	ESLH959703													
4	User	SNX7804													
5															
6	Project	0000_General-Purpose													
7	Parameter	SD Dunlop													
8	Comment														
9															
10	Result	All_Samplings													
11															
12															
13	Data_Get_User														
14															
15	Sampling_Ch	8													
16	Sampling_Col	4560													
17	Sampling_Fre	600 (Hz)													
18	Ch_Number	1Ch	2Ch	3Ch	4Ch	5Ch	6Ch	7Ch	8Ch						
19	Signal_Index	1	1001	200	215	13	203	205	201						
20	Signal_Name	VL	Distance	B/K Pedal For	FR Pad Temp	M/CYL Pressu FR W/Cyl Pres	RR W/Cyl Pres	RR W/Cyl Pres	Deceleration						
21	Signal_Unit	km/h	m	N	°C	MPa	MPa	MPa	m/s^2						
22	SamplingNum	time(s)	VL	Distance	B/K Pedal For	FR Pad Temp	M/CYL Pressu FR W/Cyl Pres	RR W/Cyl Pres	RR W/Cyl Pres	Deceleration					
23	1	0	105.552	352	0	58.85649	-0.0017436	-0.0017172	0	-7.97E-03					
24	2	1.67E-03	105.552	352	0	58.85649	-0.0017436	-0.0017172	0	-7.97E-03					
25	3	3.33E-03	105.552	352	0	58.95383	-0.0017436	0	-0.0017388	-9.56E-02					
26	4	0.005	105.52	352.0555	0.1298451	58.95383	-0.0017436	0.0017172	0	-0.1075463					
27	5	6.67E-03	105.56	352.1111	0.1298451	59.05117	-0.0017436	0	0	5.18E-02					
28	6	8.33E-03	105.552	352.1667	0.1298451	59.05117	-0.0017436	0	0.0017388	0.203143					
29	7	0.01	105.552	352.2222	0.1298451	58.95383	-0.0017436	0	-0.0017388	5.97E-02					
30	8	1.17E-02	105.52	352.2778	0.1298451	58.95383	-0.0017436	0	0	-0.2708574					
31															
32															
33															
34															
35															
36															
37															
38															
39															
40															
41															
42															
43															
44															
45															
46															
47															
48															
49															
50															
51															
52															
53															
54															
55															
56															
57															
58															
59															
60															
61															
62															
63															
64															
65															
66															
67															
68															
69															
70															
71															
72															
73															
74															
75															
76															
77															
78															
79															
80															
81															
82															
83															
84															
85															
86															
87															
88															
89															
90															
91															
92															
93															
94															
95															
96															
97															
98															
99															
100															

Figura 6.6: Primer pas en obrir l'arxiu

4.-Un cop ja es poden veure els canals amb claredat i en quina columna es troben, només es tracta de buscar els valors que interessin.

En el nostre cas, la distància recorreguda entre dues velocitats, serà la diferència entre espais d'ambdues velocitats. És a dir, s'haurà de fer que el programa busqui la velocitat inicial desitjada, com a valor consigna que es trobarà en la columna de velocitat en la fila "x". Un cop la trobi, emmagatzemar el valor de distància recorreguda en aquell punt.

La segon recerca seguirà el mateix funcionament però amb la consigna o nom de variable de la segona velocitat, i emmagatzemar el valor de distància recorreguda en arribar a aquella velocitat. En la figura 6.7 se n'il·lustra la situació.

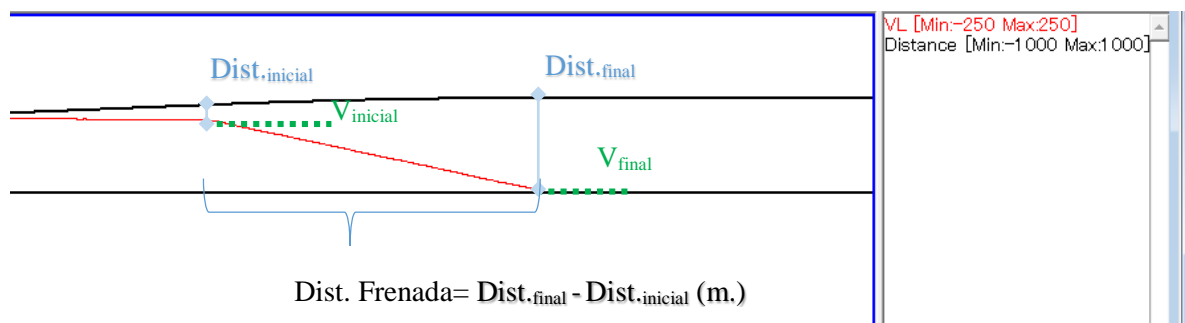


Figura 6.7: Il·lustració del càlcul de distàncies entre velocitats

Sampling_Fre	600 (Hz)								
Ch_Number	1Ch	2Ch	3Ch	4Ch	5Ch	6Ch	7Ch	8Ch	
Signal_Index	1	1001	200	215	13	203	205	201	
Signal_Name	VL	Distance	B/K Pedal For	FR Pad Temp	M/CYL Pressu	FR W/Cyl Pres	RR W/Cyl Pres	Deceleration	
Signal_Unit	km/h	m	N	°C	MPa	MPa	MPa	m/s^2	
SamplingNum	time(s)	Distance	B/K Pedal For	FR Pad Temp	M/CYL Pressu	FR W/Cyl Pres	RR W/Cyl Pres	Deceleration	
1	0	105.552	352	0	58.85649	-0.0017436	-0.0017172	0	-7.97E-03
2	1.67E-03	105.552	352	0	58.85649	-0.0017436	-0.0017172	0	-7.97E-03
3	3.33E-03	105.552	352	0	58.95383	-0.0017436	0	-0.0017388	-9.56E-02
4	0.005	105.52	352.0555	0.1298451	58.95383	-0.0017436	0.0017172	0	-0.1075463
5	6.67E-03	105.56	352.1111	0.1298451	59.05117	-0.0017436	0	0	5.18E-02
6	8.33E-03	105.552	352.1667	0.1298451	59.05117	-0.0017436	0	0.0017388	0.203143
7	0.01	105.552	352.2222	0.1298451	58.95383	-0.0017436	0	-0.0017388	5.97E-02
8	1.17E-02	105.52	352.2778	0.1298451	58.95383	-0.0017436	0	0	-0.2708574

Figura 6.8: Ubicació dels canals velocitat i distància

En l'arxiu Excel(Fig.6.8), la recerca de la velocitat s'haurà de fer en la tercera columna , i la distància en passar per aquella velocitat es trobarà a la quarta columna.

S'ha de tenir en compte que pot ser que algun cop la ubicació de les columnes(Fig-6.8) de velocitat i distància no sigui el mateix. Per tenir la certesa que sempre treballarà sobre la variable correcta, es pot declarar com a variable el nombre de la posició de cada columna, si la variable va referenciada a una recerca per el nom de "VL" en el cas de la velocitat, i "distance" en el cas de la distància. Si per qualsevol circumstància, l'ordre canviés, la dinàmica del programa no es veuria afectada.

Un cop es coneix el procediment a seguir i les particularitats tant dels arxius que s'hauran d'obrir com les de la informació que se'n voldrà extreure, es comença a escriure la Macro.

Primer de tot, es crearà una fulla format (Figura 6.9). Amb el botó d'inici(1)per llançar el programa. Un de reset (2), que esborrarà les dades en cas que n'hi hagin d'anteriors. I un altre per a exportar els resultats a una fulla per a que pugui ésser guardada(3). Sobre aquesta fulla s'hi aniran introduint els resultats de les variables que calcularà el programa.

En el rang de cel·les número 4, s'hi aniran omplint els valors de les variables que ens trobarà el programa.

En el rang número (5), es realitzen els càlculs sobre els valors de (4) i es corretteixen amb els valors de temperatura del rang (6)

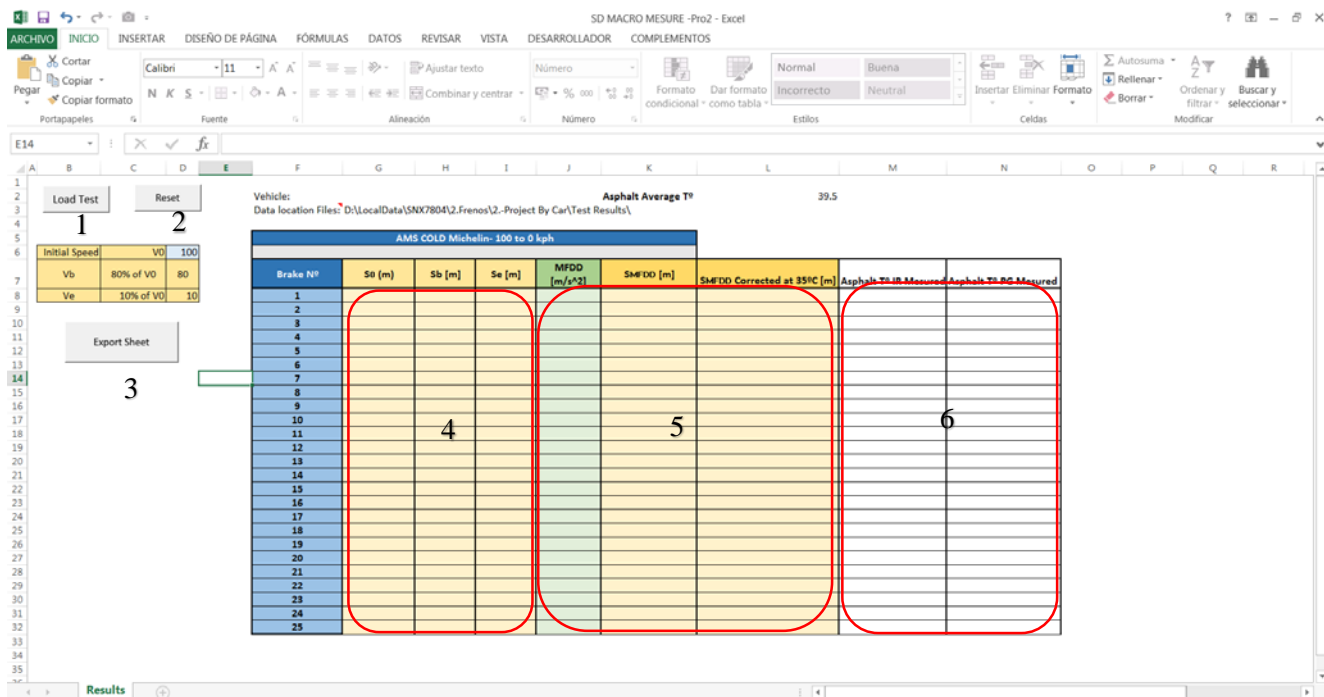


Figura 6.9: Estructura de la fulla d'anàlisi

Cada botó, tindrà assignat una funció dins del programa(Fig. 6.10).

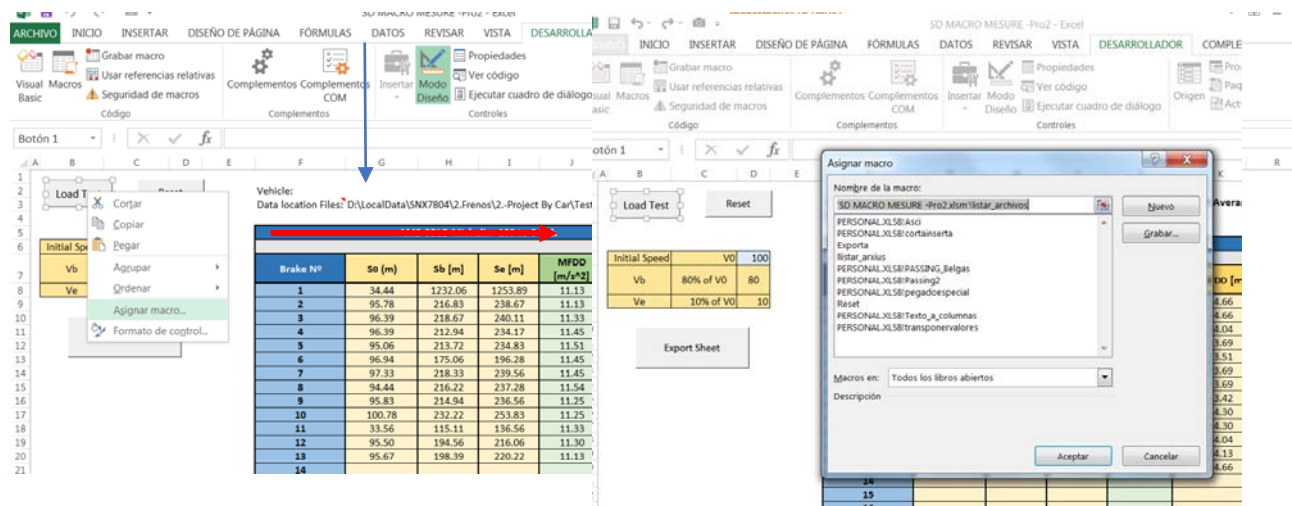


Figura 6.10: Assignació de funcions a botó

En prémer (1), s'obre el diàleg per a seleccionar els arxius a analitzar, agafant la ruta d'accés que es troba a la cel·la G3(Fig.6.10 i Fig.6.11).

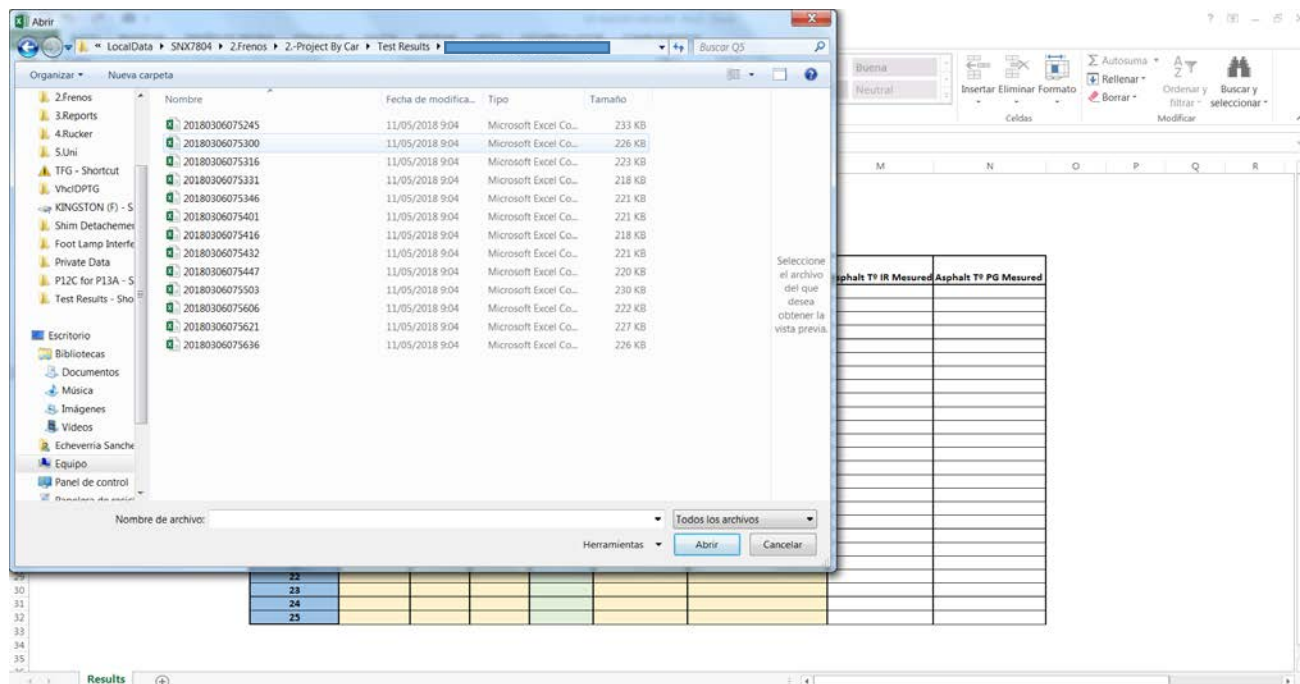


Figura 6.11: Finestra de diàleg d'importació d'arxius

En la finestra de codi(Fig.6.12) es veuen les diferents crides i accions que fa el programa

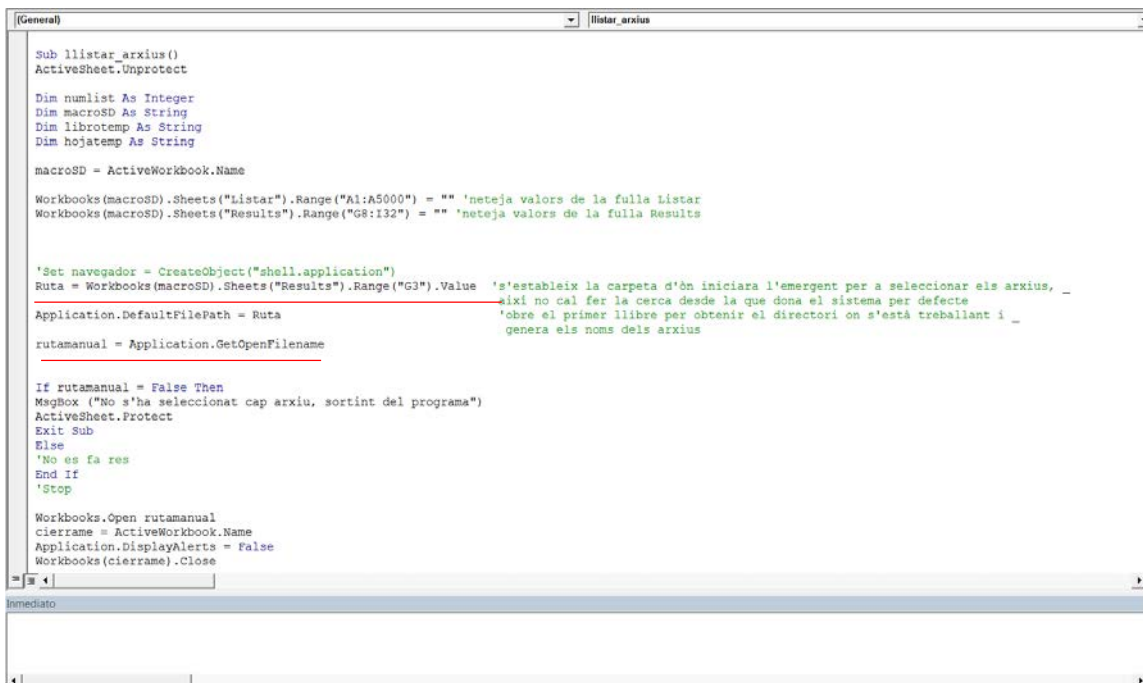


Figura 6.12: Entorn de escriptura del programa

Agafarà la carpeta per a seleccionar els arxius de la cel·la G3 (Fig.6.13), on s'hi podrà introduir la carpeta habitual de treball. Això estalviarà temps a l'hora de buscar.

```

Workbooks.Open rutamanual
cierrame = ActiveWorkbook.Name
Application.DisplayAlerts = False
Workbooks(cierrame).Close
Application.ScreenUpdating = False
'soloruta = InputBox(CurDir & vbCrLf & "diga'm l ruta , ;;treu el nom de l'arxiu!!", , rutamanual)
'carpeta = soloruta
'ChDir carpeta & "\"
'ChDir carpeta
arxiu = Dir("**.*")
numlist = 1
comptarxiu = 0
Do While arxiu <> ""
    'ActiveCell.Value = arxiu
    'ActiveCell.Offset(1, 0).Select
    Workbooks(macro$).Sheets("Llistar").Cells(numlist, 1) = arxiu
    numlist = numlist + 1
    comptarxiu = comptarxiu + 1 'comptador per el pròxim do while i el loop
    arxiu = Dir()
Loop
'Stop

'recorrearxiu:

numlist = 1 'emmagatzema la posició de la llista a la fulla llista, per tal d'anar obrint els arxius. Es fica fora del loop _
perque només cal ficar a 1 quan es llança el prog.
fil = 8 'es declara fora del loop, perquè dins vagi recorrent cada línia

Do While numlist <= comptarxiu
    celdarrecorre = 0
    Dim nombre_volatil As String
    desde aquí loop d'arxiu

```

Figura 6.13: Entorn de escriptura del programa

Un cop es selecciona el primer arxiu de la carpeta, i mitjançant les funcions que permeten accés a informació del sistema, ometent la carpeta de la ruta i la unitat del disc dur on es troba, es va generant una llista (Fig.6.14) de tots els noms d' arxius que hi ha a la carpeta i els va introduint en una fulla oculta, anomenada "Llista".

Amb els noms dels arxius llistats en la fulla "Llista", començarà a obrir-los un per un.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	20180511160200.CSV									
2	20180511160432.CSV									
3	20180511160948.CSV									
4	20180511161424.CSV									
5	20180511161840.CSV									
6	20180511162251.CSV									
7	20180511162738.CSV									
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										

Figura 6.14: Llista dels arxius exportats per al posterior tractament independent

Quan obre l'arxiu, primer de tot, ha de passar el text a columnes. Després, localitza les columnes amb la velocitat i la distància i els deixa emmagatzemades a les variables colVL i colDist(Fig.6.15).


```

[General]
End if

'Stop
'Convia text a columnes
Columns("A:A").Select
Selection.TextToColumns Destination:=Range("A1"), DataType:=xlDelimited, _
TextQualifier:=xlDoubleQuote, ConsecutiveDelimiter:=False, Tab:=True, _
Semicolon:=True, Comma:=False, Space:=False, Other:=False, FieldInfo _
:=Array(Array(1, 1), Array(2, 1), Array(3, 1), Array(4, 1), Array(5, 1), Array(6, 1), _
Array(7, 1), Array(8, 1), Array(9, 1), Array(10, 1), Array(11, 1)), _
TrailingMinusNumbers:=True

llibretemp = ActiveWorkbook.Name
fullatemp = ActiveSheet.Name 'sagafa el nom de l'arxiu sol, ja que també conte l'extensió ".xls"

'CÀLCULS PER OMPLIR LA TAUJA

Dim initialspd As Integer
Dim v100 As Integer
Dim v80 As Integer
Dim v10 As Integer
Dim v0 As Double 'es declara com a double, perquè contindrà decimals

Dim s100 As Double
Dim s80 As Double
Dim s10 As Double
Dim s0 As Double

Dim x As Integer 'variable que assumirà el comptador de files en cada punt, i al que li anirem sumant 1 cada cop que no es trobi el valor que es de
Dim cellabasca As Double 'variable que anirà adquirint el valor de la cel·la de recerca
Dim Vabans As Double 'emmagatzemarà el valor de cel·la anterior
Dim Vdespres As Double 'emmagatzemarà el valor de cel·la posterior
Dim colVL As Variant 'emmagatzemarà la columna de la de cel·la que contingui la cadena "VL" de caràcters
Dim colDist As Variant 'emmagatzemarà la columna de la de cel·la que contingui la cadena "Distance" de caràcters

```

Figura 6.15: Funcions de text a columnes i buscar les de velocitat i distància

Amb això i declarant totes les variables que s'hauran d'utilitzar per assignar cadascun dels valors que es desitgin, més les addicionals per a internament utilitzar-les per a fer les recerques o loops, mentre es compleixi la condició(Fig. 6.16).

```

Depuració  Ejecutar  Herramientas  Complementos  Ventana  Ayuda
Lin 1, Col 1
(General)  (Declaraciones)

x = 24 'primera filera en la que comencen valors de velocitat
'es plantegen condicions de cerca:
'treu el valor de la cel·la D6
initialspd = Workbooks(macroSD).Sheets("Results").Cells(6, 4).Value
v100 = initialspd
v80 = initialspd * 0.8
v10 = initialspd * 0.1
v0 = 1 'cuando sea mas pequeño a este valor
'Stop
cellabusca = Workbooks(llibretemp).Sheets(fullatemp).Cells(x, colV1)

'-----
Do While cellabusca >= v100 'recorre mientras variable de recorre no cumpa condición
x = x + 1 'desplazamiento fila
cellabusca = Workbooks(llibretemp).Sheets(fullatemp).Cells(x, colV1) 'queda el valor que recorre en cada
es queda a la primera que compleji la condició

Loop
'Stop
Vdespres = cellabusca
Vabans = Workbooks(llibretemp).Sheets(fullatemp).Cells(x - 1, colV1).Value
If v100 - Vabans < Vdespres - v100 Then
s100 = Workbooks(llibretemp).Sheets(fullatemp).Cells(x - 1, colDist) 'i funciona millorar assignant a
Else
s100 = Workbooks(llibretemp).Sheets(fullatemp).Cells(x, colDist)
End If
's100 = Workbooks(llibretemp).Sheets(fullatemp).Cells(x, colDist) 'mmgz el valor la columna següent a

'Stop
Do While cellabusca >= v80
x = x + 1
cellabusca = Workbooks(llibretemp).Sheets(fullatemp).Cells(x, colV1)
Loop
Vdespres = cellabusca
Vabans = Workbooks(llibretemp).Sheets(fullatemp).Cells(x - 1, colV1).Value
If v80 - Vabans < Vdespres - v80 Then
s80 = Workbooks(llibretemp).Sheets(fullatemp).Cells(x - 1, colDist) 'si funciona millorar assignant a
Else

```

Figura 6.16: Declaració i diferents assignacions de les diferents variables

Tot seguit, i tenint designades totes les variables comença a recórrer la columna de velocitat “VL” fins a trobar el valor de la velocitat inicial. La condició que s’imposa és que quedi el valor més pròxim al valor de referència, i llavors assignar el valor de la cel·la distància en la mateixa fila de tal velocitat.

Per a tal efecte, a més de la condició de recerca, se n’ha d’afegir una altra “Vabans” imatge 15. Una serà el valor més petit o igual que la velocitat consigna, i l’altre agafarà el valor de la mostra anterior. Establint com a valor a agafar el que sigui més pròxim a la consigna, aquest és el que es prendrà, i alhora el seu valor de distància en aquell moment.

Amb la variable “cellabusca”, es va recorrent la columna velocitat i adquirien tel valor del contingut de la cella comparant-lo amb el de consigna. Quan es compleix la condició, compararà els valors Valor abans i el valor després, que serà l’immediat inferior a la velocitat de consigna. El menor dels dos es el que es prendrà com a referència per emmagatzemar el valor de la distància en aquella velocitat.

Així ho farà per a totes les velocitats desitjades i les distàncies recorregudes en els punts, assignant-ho igualment a la variable que toqui.

Per últim, només caldrà introduir els valors de les variables a les cel·les pertinents.(figura 6.17)

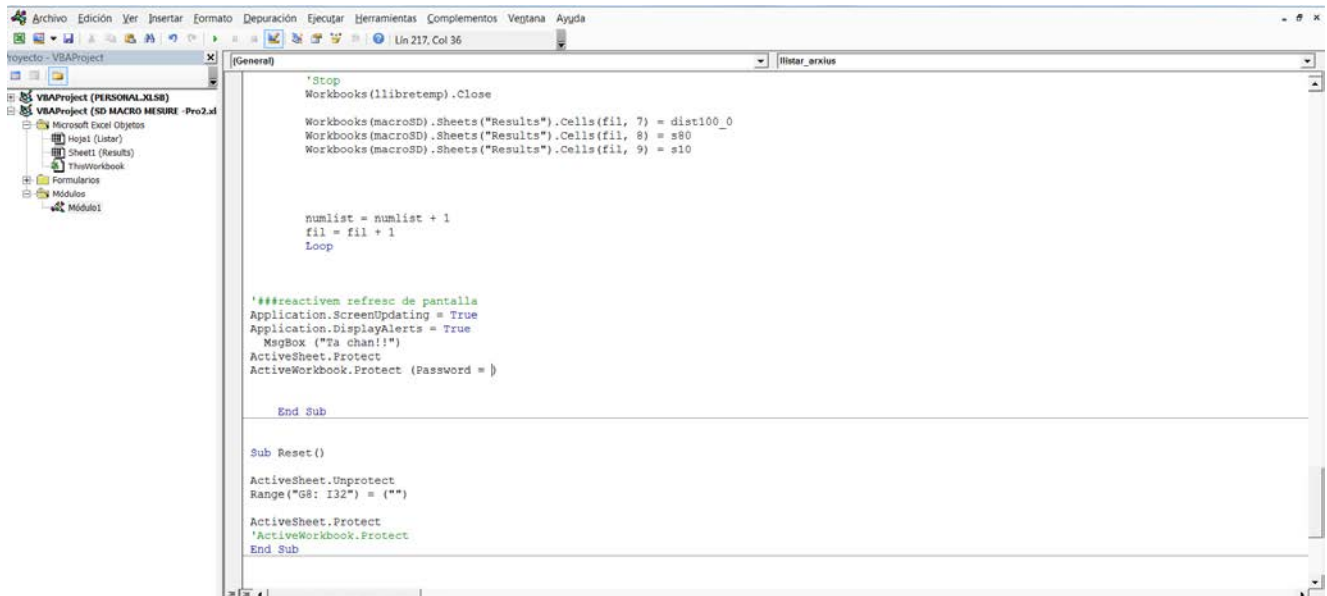


Figura 6.17: Omple les cel·les de la fulla “resultats” amb els valors continguts en les

Després de introduir els valors a la taula de la fulla “Results”, es suma una unitat als comptadors del “loop” i tornarà a l’inici de la part del loop, agafant el següent arxiu de la llista i fent el mateix.

Ho farà successivament fins que trobi una cel·la buida a la fulla “Llista”, i surti del loop.

Quan acabi, haurà omplert la fulla “Results” amb tots els valor trobats(Fig.6.18).

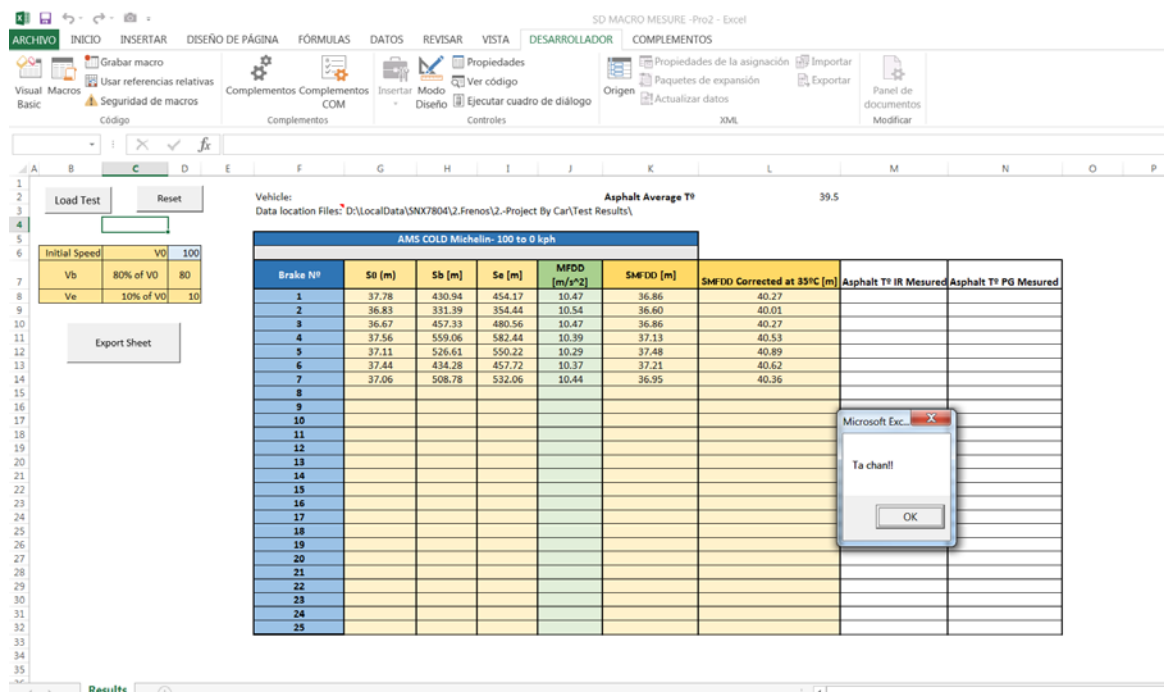


Figura 6.18: Tots el valors de recerca omplerts en la fulla

Per tal de facilitar les operacions amb la fulla, i no haver-la guardar com a una altra fulla amb nom diferent, i evitant també que hereti el format com a fulla de Macros, s'ha habilitat el botó exportar. Aquest botó està associat a una altra sub-funció, que copia la fulla "Results", sense botons, per poder-la guardar a la carpeta del projecte pertinent i ocupant el menor espai possible.(Fig.6.19)

AMS COLD Michelin- 100 to 0 kph								
Brake Nº	S0 [m]	Sb [m]	Se [m]	MFDD [m/s ²]	SMFDD [m]	SMFDD Corrected at 35°C [m]	Asphalt T1 IR Measured	Asphalt T1 PG Measured
1	37.78	430.94	454.17	10.47	36.86	36.11	40.00	
2	36.83	331.39	354.44	10.54	36.60	35.93	39.50	
3	36.67	457.33	480.56	10.47	36.86	36.31	38.70	
4	37.56	559.06	582.44	10.39	37.13	36.19	41.20	
5	37.11	526.61	550.22	10.29	37.48	36.49	41.50	
6	37.44	434.28	457.72	10.37	37.21	36.12	42.20	
7	37.06	508.78	532.06	10.44	36.95	35.84	42.30	
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								

Figura 6.19: Full de resultats exportat

Tot i que l'arxiu ara per ara, no es gaire pesat, la intenció en un futur és anar implementant automatitzacions en la resta d'assajos que facilitin les tasques mes monòtones i a més a més, realitzar càlculs més complexes.

Com a precaució, i per evitar modificacions no desitjades, es pot protegir, tant el llibre i la fulla, com els mòduls on es troba el codi de la macro(Fig. 6.20).



Figura 6.20: Protecció del mòdul amb mot clau

6.3 POTENCIAL DE LES EINES D'AUTOMATITZACIÓ DE TASQUES I DE CÀLCULS

Com es pot observar, el potencial d'aquests tipus d'eines es limita únicament per la capacitat de l'usuari per a treure'n profit, i de la seva imaginació.

Podent oferir una millora notable en la de productivitat per al tractament de dades i millora de qualsevol procés en el que es vegi implicat l'ús o tractament de dades.

En l'exemple que s'ha presentat aquí, la complexitat dels càlculs ha resultat mínima. Més aviat la dificultat ha radicat en el procés de tractar els arxius i d'adequar i establir els paràmetres que serviran per a realitzar les cerques.

També en trobar les funcions natives, no tant del programa de fulles de càlcul, sinó del sistema operatiu en si.

Sigui quin sigui el procés que reflecteixin el nombres, i aquests es pugui recollir en el format adequat per al tractament amb algun programa.

En l'actualitat, i des de fa uns quants anys, tot el que sigui tractament de dades ha cobrat una importància vital, essent la que es podria anomenar era digital, i en plena cursa tecnològica-comercial per el domini dels diferents nínxols de mercat per part de la indústria; tot es tradueix a dades, controladors, implica protocols, la comunicació és per fil o inalàmbrics.

Sigui com sigui, el coneixement i domini del llenguatge de programació afavorirà la integració del professional, es trobi en l'àmbit que es trobi. I el més important, oferirà la possibilitat d'augmentar el rang d'actuació com a professional i la percepció i manera de pensar i afrontar els problemes.

6.4 FUTURES MILLORES

A demés del programa realitzat vist en aquest document, en un futur es poden plantejar programes més complexos, que puguin automatitzar processos més complexos. Se'n presenten alguns exemples.

-Eficàcia del sistema: A partir dels càlculs d'adherències i sabent els valors reals d'aquestes a les pistes on s'efectuïn els assajos, trobar la diferència entre les distàncies de frenada, amb el sistema ABS i sense.

-Anàlisi de sistemes ABS: Tenint instrumentat el circuit de pressions de treball, i veient els cicles de funcionament de l'ABS en l'estudi de competidors, identificar possibles millores en les lògiques de funcionament d'aquest.

Tant en els propis valors de pressions, com en els temps d'actuació i marges d'adherència estimats en les lògiques, s'hi podrà quantificar el grau de millora que pugui tenir la relació preu/grau de millora, per a futures millores.

-Banc comparatiu de dades: En cada vehicle assajat, introducció del conjunt de resultats així com les especificacions de cadascú. Separant per categories o segments, elaboració junt amb els assajos subjectius d'un índex de valoració de cada vehicle i ponderació dels diferents punts segons els criteri de marca.

Aquest valors comparats amb les valoracions per part de mitjans externs i valoracions per part de tercers en el mercat, poden donar una idea de la tendència del mercat i del consumidor.

7.CONCLUSIONS

La realització d'aquest projecte ha permès arribar a les següents conclusions/resultats.

- Aprofundir y comprendre els conceptes que intervenen en el camp del disseny i validació de sistemes de frenada y en la comprensió de la dinàmica del vehicle durant la frenada.
- Escollir l'equipament d'acord a les necessitats a cobrir, i pensant també en la equiparació i semblança amb altres grups de treball que realitzen la mateixa tasca en un altre país.
- Determinar l'ordre d'importància dels requisits del procés de disseny, d'acord amb els criteris mínims d'homologació, principalment en el dimensionament de tots els elements de frenada.
- Elaborar una eina d'automatització, tot i que s'hagi realitzat sobre el MS Excel, obre les portes a l'ús en un futur, tant de Matlab, com de Diadem, o qualsevol altre programari o eines de càlcul.

Aquesta eina permetrà potenciar i ampliar les opcions de càlculs i resolucions dels problemes i facilitar la resolució dels desafiaments en el dia a dia de qualsevol enginyer en el lloc de treball.

- Donar una visió en conjunt, de les parts que intervenen en el desenvolupament i validació d'un sistema de frenada d'un vehicle, des dels equips necessaris per a poder enregistrar les variables, fins a l'anàlisi, representació i interpretació dels resultats. Això permetrà obtenir unes conclusions que permetran validar o no el producte.
- En vista del resultat final, es consideren assolits els objectius plantejats al inici del present projecte.

8.PRESSUPOST

ESTUDI I CONCEPTUALITZACIÓ DEL PROCÉS DE VALIDACIÓ D'ASSAJOS EN VEHICLES I ANALISI DE DADES

<u>Concepte</u>	Hores	Preu hora	Total Concepte
Redacció del TFG	100	8.00 €	800.00 €
Realització estudi i de recerca proveïdors	10	8.00 €	80.00 €
Elaboració Programa en Visual Basic	20	8.00 €	160.00 €
Verificació programa i implementació de millores	5	8.00 €	40.00 €
Muntatge i comprovacions equip en vehicle	10	8.00 €	80.00 €
Equip HBM	1		25,733.00€
Software d'adquisició + llicència anual	1		2,500.00 €
Hores de pistes	1	100.00 €	100.00 €
Total hores	146		
Facturació hores			
Preu hora ordinària (€)	8.00 €		
Preu hora Pistes d'assaig (€)	100.00 €		
Preu sense IVA		140.00 €	29,493.00 €
IVA %	21	29.40 €	6,193.53 €
Total Conceptes		169.40 €	35,686.53 €
<u>Total a Pagar</u>			<u>35,855.93€</u>

A Sta. Oliva Juny de 2018

Persona de Contacte:
 Mikel Echeverria
 Direcció:
 Dept. Frens at NTCE-S
 Tel:
 correu electrònic:



10.BIBLIOGRAFIA

1. <http://www.oica.net/category/economic-contributions/> :Deseembre 2017
<http://www.nissan-global.com/JP/TECHNOLOGY/FILES/2013/12/f52a1cb3d85ca9.png> :Deseembre 2017
2. <https://www.midebien.com/hbm/galgas-extensiometricas/para-fabricantes-de-transductores/de-medio-puente/galga-extensiometrica-de-medio-puente-2-5-mm-hbm> :Gener 2018
3. <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/170/medidores-deformacion-por-resistencia-galgas-extensiometricas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>:Gener 2018:Gener 2018
4. https://es.wikipedia.org/wiki/Efecto_termoel%C3%A9ctrico:Gener 2018
5. <http://www.sumelco.com/wp-content/uploads/2015/11/Ficha-t%C3%A9cnica-Expert-Logger.pdf>:Gener 2018
6. <https://sploid.gizmodo.com/video-the-red-hot-burn-that-is-testing-f1-brakes-1736763804>
7. <https://www.km77.com/images/medium/3/2/7/1/nissan-gt-r-lateral.313271.jpg>:Gener 2018
8. <http://christiancruzcastro.com/wp-content/uploads/2015/07/7.-Desarrollo-del-Valor-Capital-de-Marca.pdf>
9. <https://www.quora.com/Why-is-driving-on-a-wet-road-not-the-same-as-a-dry-road>
10. https://www.google.fr/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.applusidiada.com%2Fimages%2F134025760101319-image.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.applusidiada.com%2Fes%2Fservice%2FDesarrollo_de_sistemas_de_frenado-:Març 2018
11. https://www.google.fr/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.applusidiada.com%2Fimages%2F134025760101319-image.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.applusidiada.com%2Fes%2Fservice%2FDesarrollo_de_sistemas_de_frenado-:Març 2018
12. https://es.wikipedia.org/wiki/Visual_Basic_for_Applications Març 2018
13. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/55663/63524> :Març 2018
14. <https://www.youngernissan.com/nissan-intelligent-safety-shield-tehcnoology.html> 0:Maig 2018
15. http://www.appluslaboratories.com/es/CategoryServices/calibraci%C3%B3n_industrial_-:Maig 2018
16. <http://www.kyowa-ei.com/eng/>:Maig 2018
17. Brake Design and Safety R. Limpert

11.ANNEXES

L'annex 1 conté els següents arxius en format Excel:

- Macro Càlcul Stopping Distance.
- Full de càlcul d'equiadherències i forces de frenada.

12.AGRAÏMENTS

Per a la Mar, qui més m'ha ajudat els darrers dos anys.

Per als meus Pares i Germans, en el suport continu, sempre.

A l'Steve i la Vilma, el Kevin i el Germà.

Especial menció a en José Antonio H. i els seus coneixements informàtics i el seu temps. A en Jordi V. per l'ajuda en l'apartat tècnic.

I com no, als companys d'estudis (i batalles) , els de Feina i tothom que ha ajudat en major o menor mesura.

Gràcies.